



**TUGAS AKHIR – MO 091326**

**ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA DENGAN  
MENGUNAKAN *BOWTIE ANALYSIS* PADA  
PROYEK *MOORING CHAIN REPLACEMENT*  
PADA *PRODUCTION BARGE “SEAGOOD 101”***

**Robby Guntara**  
NRP 4313100065

Dosen Pembimbing  
**Prof.Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., MRINA**  
**Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017**



---

**TUGAS AKHIR – MO 091326**

**ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA DENGAN  
MENGUNAKAN *BOWTIE ANALYSIS* PADA PROYEK  
*MOORING CHAIN REPLACEMENT PADA PRODUCTION  
BARGE “SEAGOOD 101”***

**Robby Guntara**  
NRP 4313100065

Dosen Pembimbing  
**Prof.Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., MRINA**  
**Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017**



**FINAL PROJECT – MO 091326**

**OCCUPATIONAL RISK ANALYSIS USING BOWTIE  
METHOD ON MOORING CHAIN REPLACEMENT OF  
PRODUCTION BARGE “SEAGOOD 101” PROJECT**

**Robby Guntara**  
NRP 4313100065

Supervisor  
**Prof.Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., MRINA**  
**Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTEMENT OF MARINE TECHNOLOGY  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA DENGAN MENGGUNAKAN *BOWTIE ANALYSIS* PADA PROYEK *MOORING CHAIN REPLACEMENT* PADA *PRODUCTION BARGE "SEAGOOD 101"*

#### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 09 Januari 2018

Program Sarjana Departemen Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ROBBY GUNTARA**  
NRP 4313100065

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir

1. Dr.Eng Yeyes Mulyadi, S.T,M.Sc

2. Agro Wisudawan S.T, M.T



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Prof.Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., MRINA

2. Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.

SURABAYA, 09 JANUARI 2018

# **ANALISIS RISIKO KECELAKAANKERJA MENGGUNAKAN METODE BOWTIE ANALISIS PADA PROYEK *MOORING CHAIN REPLACEMENT* PADA *PRODUCTION BARGE “SEAGOOD 101”***

**Nama Mahasiswa : Robby Guntara**

**NRP : 4313 100 065**

**Departeme : Teknik Kelautan – ITS**

**Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D, MRINA.**

**Silvianita S.T,MS.c,Ph.D**

## **ABSTRAK**

Keselamatan kerja merupakan hal yang sangat penting dalam pengerjaan proyek bangunan lepas pantai karena dalam pelaksanaannya sangat rentan terhadap risiko kecelakaan kerja. Dalam proyek *mooring chain replacement* Seagood 101 terdapat kegiatan-kegiatan yang memiliki indikasi bahaya yang dapat berdampak pada aspek keselamatan, ekonomi, dan lingkungan. Pada penelitian ini dilakukan analisis risiko kecelakaan kerja pada proyek *mooring chain replacement* Seagood 101 untuk mengetahui risiko pekerjaan yang dominan beserta penyebab(*cause*), dampak(*effect*), dan pengendalian risiko dengan menggunakan metode *Bowtie analysis*. Studi ini dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner kepada pihak terkait proyek tersebut untuk mengetahui besaran *likelihood* (kemungkinan) dan *severity* (keparahan) kecelakaan kerja dan perhitungan penilaian risiko kecelakaan kerja dominan. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa risiko kecelakan kerja yang termasuk kategori ekstrim antara lain *mooring chain* putus tak terkendali, pekerja jatuh ke laut (*man overboard*), dan Terjadi kebakaran.

**Keyword : Analisis Risiko, Mooring Chain Replacement , Bowtie Analysis, Likelihood, Severity, Matrix Resiko**

# **OCCUPATIONAL RISK ANALYSIS USING BOWTIE METHOD ON MOORING CHAIN REPLACEMENT OF PRODUCTION BARGE “SEAGOOD 101” PROJECT**

**Name : Robby Guntara**  
**NRP : 4313 100 065**  
**Departemen : Ocean Engineering – ITS**  
**Supervisors : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D, MRINA.**  
**Silvianita S.T,MS.c,Ph.D**

## **ABSTRACT**

Occupational safety is a very important aspect in the construction of offshore building projects because, its implementations are vulnerable to the risk of work accident. In the Seagood 101 Mooring Chain Replacement Project, there are activities that have hazard indications that may impact on safety, economic and environmental aspects. In this study, the Workplace Risk Analysis of the Mooring Chain Replacement project of Seagood 101 is done to determine the dominant occupational risks and causes, impacts, and risk controls by using Bowtie Analysis Method. This study execute by distributing questionnaires to project-related parties to determine the magnitude of likelihood and severity of occupational accidents and occupational accidents risk assessment. The results of this study found that the risk of work accidents that include in extreme categories are mooring chain uncontrollably broke out, workers fell into the sea (man overboard), and a wildfire.

***Keyword : Risk Analysis, Mooring Chain Replacement , Bowtie Analysis, Likelihood, Severity, Matrix Risk***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Menggunakan *Bowtie Analysis* Pada Proyek *Mooring Chain Replacement* Pada *Production Barge “Seagood 101”*” dengan baik dan tanpa halangan yang berarti.

Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tugas Akhir ini menganalisis berbagai kegiatan yang memiliki indikasi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan dalam bekerja dengan menggunakan pendekatan metode risiko (*Bowtie analysis*) serta menganalisis penyebab, dampak dan mitigasi dari kecelakaan kerja tersebut.

Penulis mengharap saran dan kritik dari para pembaca demi perbaikan dan kesempurnaan penyusunan dan penulisan berikutnya. Semoga Tugas Akhir ini memberi manfaat bagi pengembangan proyek (mahasiswa) selanjutnya, dapat memberi referensi dan bukti empiris serta kontribusi ilmiah.

Surabaya, 15 Januari 2018

Robby Guntara

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Ayahanda Kosim Djakaria dan Ibunda Ratna Suminar sebagai kedua orang tua penulis atas dukungan, semangat, dan doa untuk kemudahan pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Prof.Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., MRINA dan Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Yeyes Mulyadi dan Bapak Agro Wisudawan S.T, M.T selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
4. Bapak Herman Pratikno S.T,M.T selaku kordinator tugas akhir;
5. Bapak Maulana Hikam selaku Kepala Proyek *mooring change replacement production barge seagood 101* atas bantuannya dalam pengumpulan data Tugas Akhir ini;
6. Para ahli dan teknisi serta pihak yang telah bersedia menjadi responden dalam kuisisioner Tugas Akhir ini;
7. Hikmat Megandana, S.Hut, M.T. selaku kakak penulis yang selalu memberikan bantuan atas diskusi dan penyusunan Tugas Akhir ini;
8. Kakak-kakak dan adik-adik penulis yang selalu menghibur dan memberikan semangat;
9. Hesty, selaku teman dekat penulis yang selalu menemani dan memberikan semangat;
10. Teman- teman seperjuangan tugas akhir;
11. Arie,Dhimas,Indri,Kalila,Febri,Patria,Jousie,Laudy, selaku teman penulis yang selalu memberikan dukungan dan semangat;
12. Teman-teman angkatan 2013 Teknik Kelautan, dan;
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, 15 Januari 2018

Robby Guntara



## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan .....	iii
Abstrak .....	iv
<i>Abstract</i> .....	v
Kata Pengantar .....	vi
Ucapan Terimakasih.....	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel .....	xii
Daftar Lampiran .....	xiii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Ikhtisar Penulisan .....	5

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka .....	7
2.2 Risiko.....	7
2.2.1 Definisi Risiko.....	7
2.2.2 Identifikasi Risiko .....	9
2.2.3 Penilaian Risiko.....	9
2.2.4 Pengendalian Risiko .....	13
2.3 Kecelakaan Kerja.....	14

2.3.1	Defini Kecelakaan Kerja .....	14
2.3.2	Klasifikasi Kecelakaan Kerja .....	15
2.3.3	Faktor-faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Kerja .....	16
2.3.4	Variabel Kemungkinan Kecelakaan Kerja Di Proyek Lepas Pantai .....	17
2.4	Cuaca dan Kondisi Laut .....	19
2.5	<i>Bowtie Analysis</i> .....	20
2.5.1	Tahapan <i>Bowtie Analysis</i> .....	22
2.5.2	Manfaat menggunakan <i>Bowtie analysis</i> .....	23
2.6	<i>Mooring System</i> .....	23
2.7	<i>Mooring Equipment</i> .....	25

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Diagram Alir .....	29
3.2	Prosedur Penelitian .....	30
3.3	Lokasi Penelitian .....	32

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengumpulan Data .....	34
4.1.1	Langkah-langkah Pengerjaan <i>Mooring chain</i> <i>Replacment</i> .....	34
4.2	Uraian Kegiatan .....	34
4.2.1	Persiapan dan Pekerjaan Kontruksi .....	34
4.2.2	Persiapan diatas <i>Workbarge</i> dan AHTS Sebelum Instalasi .....	35
4.2.3	Instalasi <i>Mooring</i> .....	36
4.2.4	Pengerjaan Setelah Instalasi .....	38
4.2.5	Demobilisasi Pektja,Perlengkapan,Perlitan dan Rantai lama .....	38

4.3 Identifikasi Risiko .....	38
4.4 Penyebaran Kuisisioner <i>Likelihood</i> dan <i>Severity</i> .....	42
4.5 Penilaian Risiko .....	45
4.5.1 Penilaian Persepsi Terhadap Kemungkinan <i>Likelihood</i> ..	45
4.5.2 Penilaian Persepsi Terhadap Keparahan <i>Severity</i> .....	45
4.5.3 Penggolongan Tingkat Risiko .....	48
4.6 Analisa dengan Menggunakan Metode <i>Bowtie</i> .....	52
4.6.1 Penjelasan Diagram <i>Bowtie 1</i> .....	56
4.6.2 Penjelasan Diagram <i>Bowtie 2</i> .....	60
4.6.3 Penjelasan Diagram <i>Bowtie 3</i> .....	64
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran .....	72
DAFTAR PUSTAKA .....	73
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	<i>Production Barge Seagood 101</i> .....	2
Gambar 2.1	Matriks Risiko F-N .....	10
Gambar 2.2	Hirarki pengendalian risiko .....	14
Gambar 2.3	<i>Bowtie Representation</i> .....	21
Gambar 2.4	Tahapan <i>Bowtie Analysis</i> .....	22
Gambar 2.5	<i>Turret mooring system</i> .....	24
Gambar 2.6	<i>Riser Turret Mooring</i> .....	25
Gambar 2.7	<i>Buoyant Turret Mooring</i> .....	25
Gambar 2.8	Rantai baja .....	26
Gambar 2.9	<i>Sling</i> .....	26
Gambar 2.10	<i>Connecting link</i> .....	27
Gambar 2.11	<i>Shackle</i> .....	27
Gambar 2.12	<i>Hook</i> .....	28
Gambar 2.13	<i>Winch</i> .....	28
Gambar 2.14	<i>Fairleads</i> .....	28
Gambar 3.1	Diagram Alir .....	29
Gambar 3.2	Lokasi Seagood 101 .....	32
Gambar 4.1	Kegiatan <i>Mooring Chain Replacement</i> .....	34
Gambar 4.2	Pemindahan <i>Chain</i> dari AWB ke AHTS .....	37
Gambar 4.3	Menarik <i>Winch</i> Untuk Melepaskan <i>Pin</i> .....	37
Gambar 4.4	Gulung Keluar <i>winch</i> Untuk Melepas <i>Chain</i> .....	37
Gambar 4.5	Tahan <i>Mooring</i> dengan <i>Shark Jaw</i> .....	37
Gambar 4.6	<i>Potong Chain</i> lama dengan <i>Cutting Torch</i> .....	38
Gambar 4.7	<i>Mooring</i> Yang Ada Disambungkan Dengan Yang Baru .....	38
Gambar 4.8	Diagram <i>Bowtie Mooring Chain</i> Putus Tidak Terkendali.....	53
Gambar 4.9	Diagram <i>Bowtie</i> Pekerja Terjatuh .....	54
Gambar 4.10	Diagram <i>Bowtie</i> Terjadi Kebakaran .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Klasifikasi Seagood 101 .....	2
Tabel 2.1	Kategori risiko .....	8
Tabel 2.2	Kemungkinan kejadian ( <i>likelihood</i> ) .....	11
Tabel 2.3	Tingkat keparahan ( <i>severity</i> ) .....	11
Tabel 2.4	Klasifikasi keparahan ( <i>Severity Index</i> ) .....	12
Tabel 2.5	Matriks Risiko .....	13
Tabel 2.6	Variabel Kemungkinan Kecelakaan Kerja .....	17
Tabel 2.7	Kondisi cuaca, kecepatan angin, dan ketinggian gelombang pada skala <i>Beaufort</i> .....	20
Tabel 4.1	Uraian Kegiatan .....	35
Tabel 4.2	Uraian Kegiatan diatas <i>Workbarge</i> dan AHTS sebelum Instalasi ....	35
Tabel 4.3	Uraian Kegiatan Instalasi .....	36
Tabel 4.4	Uraian Kegiatan setelah Instalasi .....	38
Tabel 4.5	Tabel <i>Hazard</i> dan <i>Risk</i> .....	39
Tabel 4.6	<i>Likelihood Index</i> .....	42
Tabel 4.7	<i>Severity Index</i> .....	42
Tabel 4.8	Hasil Survei <i>Likelihood</i> dan <i>Severity</i> .....	43
Tabel 4.9	Hasil Penilaian <i>Likelihood Index</i> dan <i>Severity index</i> .....	46
Tabel 4.10	Klasifikasi Keparahahan .....	48
Tabel 4.11	Matrik Risiko .....	48
Tabel 4.12	Hasil Plot Matrik Pada Variabel 1a .....	49
Tabel 4.13	Hasil Penggolongan Matriks risiko .....	50
Tabel 4.14	Hasil Matriks Risiko .....	52
Tabel 4.15	Standard Jumlah Petugas P3K .....	58
Tabel 4.16	Rambu-Rambu .....	61

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data Kapal

Lampiran B Data *Mooring Chain*

Lampiran C Bagan Organisasi proyek *Mooring Chain Replacement*

Lampiran D Data Responden

Lampiran E Kusioner *Likelihood* dan *Severity*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

FPSO (*Floating Production, Storage dan Offloading*) adalah sebuah anjungan terpung lepas pantai yang memiliki kemampuan mengumpulkan, memproduksi, menyimpan, dan mengeluarkan produk hidrokarbon minyak dan gas bumi yang secara permanen ditambatkan pada lokasi operasinya dan dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain. Jumlah FPSO yang beroperasi di Indonesia berdasarkan data dari Satuan Kerja Khusus Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (SKK Migas) tahun 2017 adalah 13 unit yang tersebar di perairan Natuna, Laut Jawa, Selat Madura, Selat Makassar, dan perairan lainnya.

Salah satu FPSO yang beroperasi di Selat Madura adalah FPSO Seagood 101 (“Seagood”) yang dimiliki oleh PT. Apexindo Pratama Duta Tbk (“Apexindo”) dan saat ini dioperasikan oleh Santos (Sampang) Pty. Ltd. di Lapangan Oyong, PSC Sampang, Madura. Mengingat ukurannya yang relatif kecil dibandingkan dengan FPSO lain yang beroperasi di Indonesia, Seagood disebut juga dengan istilah *Production Barge* atau tongkang produksi. Dengan kapasitas produksi maksimum mencapai 10.000 bbls/hari dan 66 MMscfd serta kemampuan menyimpan minyak dan kondesat maksimum hanya 40.000 bbls, pengoperasian Seagood harus ditandem dengan sebuah FSO (*Floating Storage and Offloading*) yang berkapasitas maksimum 400.000 bbls *at peak*. FSO yang digunakan di Oyong *Field* adalah FSO Surya Putra Jaya (“SPJ”) yang dimiliki oleh PT. Cakrabhana. Tampilan gambar dan klasifikasi Seagood 101 yang dapat dilihat pada Gambar I.1 dan Tabel I.1.

Dalam pengoperasian sebuah bangunan apung lepas pantai, hal utama yang perlu diperhatikan adalah stabilitas dan sistem tambat (*Mooring System*) yang memadai sesuai dengan kondisi perairan untuk memastikan posisi bangunan apung tetap berada pada lokasi yang ditentukan (*Seakeeping Condition*). Penggunaan sistem tambat pada bangunan apung dapat digolongkan menjadi dua jenis sesuai dengan fungsinya, yaitu *Spread Mooring* dan *Turret Mooring*. Pembahasan mengenai sistem tambat ini akan dijelaskan lebih detail pada sub-bab 2.5 mengenai *Mooring System*.



**Gambar 1.1** – *Production Barge Seagood 101* (Sumber : Apexindo, 2017)

Dalam operasinya Seagood memiliki 8 spread *mooring lines* yang terdiri dari yang telah terpasang selama 10 tahun sejak 2007. Dilihat dari usia *mooring lines* tersebut maka dilakukan inspeksi bawah laut untuk dapat mengetahui kondisi dari *mooring lines*. Pada *mooring inspection report* diketahui bahwa *mooring lines* mengalami korosi yang melebihi standard minimum yang digunakan ( $> 2\text{mm}$ ). Berdasarkan laporan tersebut perlu dilakukan pemberhentian sementara operasi yang dapat disebut *turnaround project* untuk melakukan pergantian pada *mooring lines* sepanjang 110 m (dari *fairlead*).

**Tabel 1.1** Klasifikasi Seagood 101

No.	Kategori	Seagood 101
1	Panjang kapal (LOA)	93,9 m
2	Lebar/lambung kapal ( <i>breadth</i> )	22 m
3	Tinggi kapal ( <i>depth</i> )	6 m
4	<i>Draft</i> maksimum ( <i>Max Draft</i> )	4,5 m dari ( <i>body line</i> )
5	Berat benaman ( <i>displacement</i> )	8988 ton
6	Bobot mati ( <i>deadweight</i> )	5214 ton
7	Berat kapal kosong ( <i>lightweight</i> )	3774 ton

(Sumber: Apexindo, 2017)

*Turnaround project* adalah kegiatan perbaikan, pergantian, dan inspeksi peralatan-peralatan yang tidak dapat dilakukan dalam kondisi operasi yang berfungsi untuk mengembalikan suatu objek seperti keadaan awal agar dapat beroperasi secara optimum (Ghazali dan Halib, 2010). *Turnaround project* Seagood memiliki 43 pekerjaan dan batas waktu maksimum selama 8 hari. Dari 43 pekerjaan yang dilakukan terdapat 5 pekerjaan utama pada *turnaround project* yang terdiri dari *mooring chain replacement*, perbaikan



tangki, pembersihan sumur, perbaikan sistem perpipaan, pergantian generator. Namun pada penelitian ini penulis akan memfokuskan pada pengerjaan *mooring chain replacement*.

Pada pengerjaan *mooring chain replacement* terdapat kegiatan-kegiatan yang memiliki indikasi bahaya yang dapat terjadi dalam proses pengerjaannya. Indikasi bahaya ini dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan ketika dalam kondisi kerja. Pada tahun 2016, diketahui terjadi kecelakaan kerja sebesar 101.367 kasus dimana 2.382 kasus diantaranya mengakibatkan kematian (BPJS Ketenagakerjaan, 2016). Untuk kecelakaan kapal laut dari tahun 2003-2008 juga mengalami peningkatan dari 71 kasus menjadi 138 kasus (KPLP dan KNKT, 2009).

Kecelakaan kerja dapat diartikan sebagai suatu kegiatan yang tidak direncanakan yang dapat mengganggu jalannya aktivitas pada proyek yang hasilnya berupa cedera atau kematian (Shariff, 2007). Dengan meninjau aktivitas yang dilakukan pada pengerjaan proyek ini sangatlah kompleks yang memungkinkan terjadinya kecelakaan kerja. Sehingga diperlukan analisis risiko kecelakaan kerja untuk meminimalkan risiko yang ada.

Analisis risiko dapat diartikan sebagai sebuah prosedur untuk mengenali suatu ancaman dan kerentanan, kemudian menganalisisnya untuk mengenali sesuatu pembokarang, dan mengetahui bagaimana dampak-dampak yang ditimbulkan dapat dihilangkan atau dikurangi. Analisis risiko dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis risiko adalah metode *Bowtie analysis*. Analisis *Bow-Tie* (dasi kupu-kupu) adalah metode diagramatis yang digunakan untuk menggambarkan dan menganalisis jalur suatu risiko dari faktor penyebab kegagalan hingga dampaknya (Rheinboldt, 2010).

Berdasarkan penjelasan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka pada penelitian tugas akhir ini akan menganalisis risiko kecelakaan kerja pada proyek *mooring chain replacement* dengan menggunakan metode *bow-tie analysis* untuk mengetahui risiko kecelakaan kerja yang mungkin terjadi dan meminimalkan dampak yang diperoleh.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apa saja kecelakaan kerja yang paling dominan terjadi pada proses pelaksanaan proyek *mooring chain replacement* Seagood 101 ?;
2. Apa saja penyebab dari kecelakaan kerja dominan pada proses pelaksanaan proyek *mooring chain replacement* Seagood 101 ?;

3. Apa saja dampak yang dapat terjadi pada kemungkinan kecelakaan kerja dominan pada proses pelaksanaan proyek *mooring chain replacement* Seagood 101 ?; dan
4. Bagaimana cara pengendalian risiko kecelakaan kerja dominan yang tepat pada proses pelaksanaan proyek *mooring chain replacement* Seagood 101 ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini mencakup beberapa hal antara lain :

1. Mengetahui kecelakaan kerja yang dominan pada proyek *mooring chain replacement* Seagood 101;
2. Mengetahui penyebab dari kemungkinan kecelakaan kerja dominan pada proyek *mooring chain replacement* Seagood 101;
3. Mengetahui dampak yang dapat timbul dari kemungkinan kecelakaan kerja dominan pada proyek *mooring chain replacement* Seagood 101;
4. Mengetahui cara pengendalian risiko kecelakaan kerja yang sesuai pada proyek *mooring chain replacement* Seagood 101.

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam rangka memperjelas permasalahan yang dianalisis dalam penelitian ini, maka ditentukan batasan masalah atau ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut :

#### a. Wilayah Studi

Penelitian mengambil wilayah studi di lokasi proyek *mooring chain replacement* Seagood 101 yang difokuskan pada kapal-kapal yang digunakan dalam proses eksekusi antara lain sebagai berikut ;

- AHT (*Anchor Handling Tug*) Era Indonesia 5100 HP;
- AHT Lanpan II 3800 HP; dan
- AWB (*Accommodation Work Barge*) Stork.

#### b. Kedalaman Studi

- Studi ini akan mendalami risiko kecelakaan kerja yang dominan pada proyek *mooring chain replacement* Seagood 101 dengan melakukan diskusi, wawancara, serta survey melalui kuesioner kepada stakeholder terkait;
- Studi ini akan menilai kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja (*likelihood*) dan keparahan (*severity*) dengan membuat matriks risiko;

- Studi ini akan mendalami penyebab, dampak, serta kontrol dari risiko signifikan dengan menggunakan *Bowtie Analysis*;
- *Turn A Round (TAR)* yang digunakan sebagai acuan untuk penelitian ini hanya pada pekerjaan *mooring chain replacement*.
- Analisa *Bowtie* hanya dilakukan pada tingkat risiko ekstrim (zona merah)

### 1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, manfaat yang akan didapat adalah sebagai berikut:

1. Dapat memberikan refrensi dan bukti empiris bagi akademisi khususnya mahasiswa sebagai kontribusi ilmiah tentang analisis risiko kecelakaan kerja pada proyek *mooring chain replacement*.
2. Dapat mengidentifikasi risiko kecelakaan kerja yang dapat terjadi sedini mungkin, sehingga dapat membantu untuk menekan angka kecelakaan kerja pada proyek serupa.

### 1.6 Ikhtisar Penulisan

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dilatarbelakangi oleh risiko kecelakaan kerja dan bahaya pada areal kerja yang tinggi dalam kegiatan konstruksi bangunan diatas laut pada umumnya dan proyek *mooring change replacement* Seagood 101 pada khususnya. Lokasi penelitian berada di *Oyong field*, Apexindo Pratama Duta, Sampang – Madura. Pada Bab I dilakukan penentuan rumusan masalah, tujuan penelitian dan ruang lingkup penelitian. Tinjauan pustaka dan dasar teori dijelaskan pada Bab II, yang terdiri dari penilaian risiko dalam pelaksanaan kegiatan, klasifikasi dan faktor penyebab kecelakaan kerja, *Bowtie Analysis* dalam penentuan dampak, penyebab, dan pengendalian kecelakaan kerja serta *mooring system* dalam kegiatan konstruksi bangunan laut.

Selanjutnya metode penelitian dijelaskan dalam Bab III, dimana penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data dari perusahaan dan instansi terkait berupa gambaran umum proyek dan kondisi lingkungan mencakup angin, arus, dan gelombang. Kemudian data juga didapat dari hasil diskusi dan wawancara serta survey melalui kuesioner. Analisis penilaian risiko dilakukan dengan perhitungan dan ditampilkan dalam bentuk matriks risiko. Penyebab, dampak, dan pengendalian risiko dianalisis dengan *Bowtie Analysis* dan secara jelas digambarkan dalam diagram alir penelitian.

Pada Bab IV akan dijelaskan hasil dan pembahasan dari analisis yang dilakukan dalam tugas akhir ini. Pembahasan yang dimaksud meliputi identifikasi risiko yang terdiri

dari penentuan variabel risiko, dilanjutkan dengan perhitungan *likelihood index* dan *severity index* yang didapatkan dari hasil survey atau wawancara terhadap responden dan dibuat matriks risiko. Kemudian dilanjutkan dengan analisis penyebab, dampak, dan pengendalian risiko dengan menggunakan metode *Bowtie analysis*. Dan diakhiri dengan Bab V yang berisi penjelasan mengenai kesimpulan penelitian dari hasil analisis yang dilakukan dan pemberian saran terhadap analisis risiko kecelakaan kerja konstruksi bangunan laut serta masukan untuk penelitian selanjutnya ataupun bagi perusahaan terkait.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Terdapat beberapa penelitian yang menggunakan metode *Bowtie Analysis* dan ada beberapa diantara nya bertemakan analisis risiko pada beberapa tahun terakhir. Seperti yang dilakukan Mahandika (2016) yang mengangkat tema analisis risiko perencanaan proyek *wooden sailing boat*. Penelitian ini menggunakan metode *Bowtie Analysis* untuk mendapatkan sebab dan akibat dari keterlambatan proyek *wooden sailing boat*. Kemudian dari jurnal Teknologi dari Silvianita *et al.*(2013) bertema *decision making for safety assessment of mobile mooring system*. Pada jurnal ini membahas mengenai penilaian keselamatan kerja untuk mengendalikan risiko kecelakaan kerja pada *mooring system*.

Namun hingga saat ini, belum ada penelitian yang mengangkat tema analisis risiko kecelakaan kerja pada proyek *mooring chain replacement*. Maka dari itu, penulis mengangkat tema tersebut dari proyek milik PT.Apexindo Pratama Duta Tbk. Penulis melakukan analisis risiko pada *mooring chain replacement* dengan menggunakan metode *Bowtie Analysis*. Dari penelitian ini penulis bertujuan untuk mengetahui sebab, akibat, dan pengendalian risiko yang diperlukan dalam proses *mooring chain replacement* tersebut.

#### **2.2 Risiko**

##### **2.2.1 Definisi Risiko**

Definisi risiko menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah akibat yang kurang menyenangkan (merugikan, membahayakan) dari suatu perbuatan atau tindakan. Menurut Arthur J. Keown (2000), risiko adalah prospek suatu hasil yang tidak disukai (operasional sebagai deviasi standar. Menurut Emmaett J. Vaughan dan Curtis M. Elliott (1990), risiko didefinisikan sebagai;

- a. Kans kerugian – *the chance of loss*
- b. Kemungkinan kerugian – *the possibility of loss*
- c. Ketidakpastian – *uncertainty*
- d. Penyimpangan kenyataan dari hasil yang diharapkan – *the dispersion of actual from expected result*

- e. Probabilitas bahwa suatu hasil berbeda dari yang diharapkan – *the probability of any outcome different from the one expected*

Risiko merupakan suatu keadaan adanya ketidakpastian dan tingkat ketidakpastiannya terukur secara kuantitatif (Djohanputro, 2008). Risiko didefinisikan sebagai kombinasi dari kemungkinan terjadinya kejadian berbahaya atau paparan dengan keparahan suatu cedera atau sakit penyakit yang dapat disebabkan oleh kejadian atau paparan tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi risiko, penilaian risiko, dan penetapan pengendalian yang diperlukan (OHSAS 18001:2007). Atau dapat diambil kesimpulan bahwa definisi risiko adalah suatu kondisi yang timbul karena ketidakpastian dengan seluruh konsekuensi tidak menguntungkan yang mungkin terjadi.

Dalam mengidentifikasi risiko, beberapa ahli membaginya menjadi beberapa kategori, di antaranya :

**Tabel 2.1** Kategori risiko

No	Kategori Risiko	Sumber Referensi
1	Risiko finansial dan ekonomi	Al Bahar dan Crandall, 1990
2	Risiko desain	
3	Risiko politik dan lingkungan	
4	Risiko yang berhubungan dengan	
5	konstruksi	
6	Risiko fisik Risiko bencana alam	
1	Risiko yang berhubungan dengan	Fisk, 1997
2	konstruksi	
3	Risiko fisik	
4	Risiko kontraktual dan legal	
5	Risiko pelaksanaan	
6	Risiko Ekonomi Risiko politik dan umum	
1	Risiko finansial	Shen, Wu, Ng, 2001
2	Risiko legal	
3	Risiko manajemen	
4	Risiko pasar	
5	Risiko politik dan kebijakan	
6	Risiko teknis	
1	Risiko teknologi	Loosemore, Raftery, Reilly, Higgon, 2006
2	Risiko manusia	
3	Risiko lingkungan	
4	Risiko komersial dan legal	
5	Risiko manajemen	
6	Risiko ekonomi dan finansial	
7	Risiko partner bisnis	
8	Risiko politik	

### 2.2.2 Identifikasi Risiko

Menurut Darmawi (2008), tahapan pertama dalam proses manajemen risiko adalah tahap identifikasi risiko. Identifikasi risiko merupakan suatu proses yang secara sistematis dan terus menerus dilakukan untuk mengidentifikasi kemungkinan timbulnya risiko atau kerugian terhadap kekayaan, hutang, dan personil perusahaan. Proses identifikasi risiko ini mungkin adalah proses yang terpenting, karena dari proses inilah, semua risiko yang ada atau yang mungkin terjadi pada suatu proyek, harus diidentifikasi.

Tujuan utama dalam identifikasi risiko adalah untuk mengetahui daftar–daftar risiko yang potensial dan berpengaruh terhadap tujuan/proses suatu konstruksi. Pada tahap identifikasi risiko ini, dilakukan pencarian risiko-risiko beserta karakteristiknya yang dapat mempengaruhi pelaksanaan proyek konstruksi. Masih menurut Darmawi (2008), proses identifikasi harus dilakukan secara cermat dan komprehensif, sehingga tidak ada risiko yang terlewatkan atau tidak teridentifikasi. Berikut adalah teknik yang digunakan dalam mengidentifikasi risiko:

#### a. *Brainstorming*

Pada tahap ini dilakukan pendataan ide-ide semua kemungkinan risiko yang akan terjadi serta mengelompokkan risiko tersebut. Selain itu juga ditambahkan informasi mengenai masalah-masalah yang terjadi dan cara penanganannya.

#### b. *Interviewing*

Melakukan wawancara/*interview* terhadap para *stakeholder* untuk mendapatkan informasi terkait hal-hal yang akan dilakukan analisis

#### c. *Penyebaran Kuisioner*

Teknik yang digunakan untuk mendapatkan masukan dari para ahli/pakar yang relevan dengan proyek. Ide-ide mengenai risiko yang akan timbul ditampung dalam kuisioner kemudian para ahli/pakar diminta untuk memberikan pendapat dan komentar terhadap kuisioner tersebut.

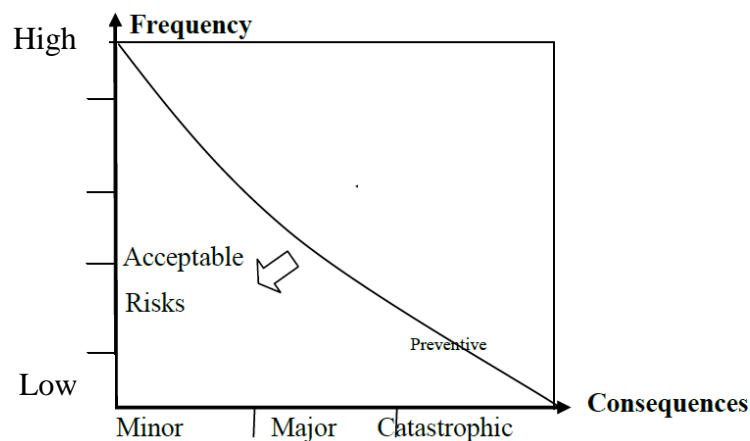
### 2.2.3 Penilaian Risiko

Penilaian Risiko adalah proses evaluasi risiko-risiko yang diakibatkan adanya bahaya-bahaya, dengan memperhatikan kecukupan pengendalian yang dimiliki, dan

menentukan apakah risiko dapat diterima atau tidak (OHSAS 18001:2007). Menurut kalimat diatas dapat diketahui bahwa penilaian risiko merupakan proses mengevaluasi risiko yang timbul dari suatu bahaya, dengan memperhitungkan kecukupan pengendalian yang ada, dan menetapkan apakah risiko dapat diterima atau tidak.

Tujuan utama *risk assessment* adalah:

- 1) Meningkatkan kepedulian dan pemahaman adanya bahaya-bahaya yang terdapat dalam pengoperasian kapal oleh perancang kapal, operator, awak kapal dan orang-orang yang terlibat dalam keselamatan penangkapan ikan.
- 2) Menganalisa dan memverifikasi bahwa keselamatan berada pada tingkat yang diterima (*acceptable*) atau tidak diterima (*unacceptable*) dan mengidentifikasi opsi penurunan risiko kecelakaan yang efektif.
3. Menemukan pendekatan struktur untuk analisis secara sistimatis dari sistem teknik yang kompleks dari elemen-elemen: *operation, control, technique*, dan *environment*.



**Gambar 2.1** Matris Risiko F-N (Sumber: Paulsson, 1999)

*Risk* harus diturunkan dari *Unacceptable Risk* ke area *Acceptable Risk* melalui upaya preventif dan mitigasi. *Preventive risk control* dimaksudkan untuk menurunkan *probability (frequency)* kejadian kecelakaan, sedangkan *mitigating risk control* mengurangi tingkat *severity of the outcome* dari kejadian.

Setelah proses identifikasi semua risiko – risiko yang mungkin terjadi pada suatu proyek dilakukan, diperlukan suatu tindak lanjut untuk menganalisis risiko – risiko tersebut. Al Bahar dan Crandall (1990) mengemukakan bahwa, yang dibutuhkan adalah menentukan signifikansi atau dampak dari risiko tersebut, melalui suatu analisis probabilitas, sebelum risiko – risiko tersebut dibawa memasuki tahapan respon manajemen.



Menurut Al Bahar dan Crandall (1990), analisis risiko didefinisikan sebagai sebuah proses yang menggabungkan ketidakpastian dalam bentuk kuantitatif, menggunakan teori probabilitas, untuk mengevaluasi dampak potensial suatu risiko. Langkah pertama untuk melakukan tahapan ini adalah pengumpulan data yang relevan terhadap risiko yang akan dianalisis. Data – data ini dapat diperoleh dari data historis perusahaan atau dari pengalaman proyek pada masa lalu.

Setelah data yang dibutuhkan terkumpul, selanjutnya dilakukan proses evaluasi atau penilaian risiko digunakan sebagai langkah saringan untuk menentukan tingkat risiko ditinjau dari kemungkinan kejadian (*likelihood*) dan keparahan yang dapat ditimbulkan (*severity*). Menurut Ramli (2010), berikut adalah tabel kategori kemungkinan terjadinya risiko (*likelihood*) dan tabel keparahan yang dapat ditimbulkan (*severity*):

**Tabel 2.2** Kemungkinan kejadian (*likelihood*)

Tingkat <i>likelihood</i>	Uraian	Definisi
0	Hampir pasti terjadi	Dapat terjadi setiap saat dalam kondisi normal
1	Sering terjadi	Terjadi beberapa kali dalam periode waktu tertentu
2	Dapat terjadi	Risiko dapat terjadi namun tidak sering
3	Kadang-kadang	Kadang-kadang terjadi
4	Jarang sekali terjadi	Dapat terjadi dalam keadaan tertentu

(Sumber: Ramli, 2010)

**Tabel 2. 3** Tingkat keparahan (*severity*)

Tingkat <i>Severity</i>	Uraian	Definisi
0	Tidak signifikan	Kejadian tidak menimbulkan kerugian atau cedera pada manusia
1	Kecil	Menimbulkan cedera ringan, kerugian kecil, dan tidak menimbulkan dampak serius
2	Sedang	Cedera berat dan dirawat dirumah sakit, tidak menimbulkan cacat tetap, dan kerugian finansial sedang
3	Berat	Menimbulkan cedera parah dan cacat tetap, kerugian finansial besar
4	Bencana	Mengakibatkan korban meninggal dan kerugian parah bahkan dapat menghentikan kegiatan

(Sumber: Ramli, 2010)

Data skala *likelihood* dan *severity* yang dikumpulkan dari kuesioner dianalisis menggunakan *Importance Index* (IMPI) yang terdiri dari *Likelihood Index* dan *Severity Index* (Long *et.al.*, 2008). Detail dari rumus adalah sebagai berikut :

$$\textbf{Importance Index (IMP.I)} = \textbf{L.I} \times \textbf{S.I} \quad (\textit{Pers. II.1})$$

*Frequency Index* (FI) menghasilkan Indeks frekuensi dari faktor-faktor risiko yang mempengaruhi kinerja kontraktor. Rumus *Likelihood Index* (L.I.) :

$$\textbf{L.I} = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i n_i}{4N} \times 100\% \quad (\textit{Pers. II.2})$$

*Severity Index* menghasilkan indeks dampak tingkat keparahan dari faktor-faktor risiko yang mempengaruhi kinerja kontraktor. Rumus *Severity Index* (S.I.):

$$\textbf{S.I} = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i n_i}{4N} \times 100\% \quad (\textit{Pers. II.3})$$

Dimana:

$a$  = konstanta penilaian (0 s/d 4)

$n_i$  = probabilitas responden

$i$  = 0,1,2,3,4, ...n

$N$  = total jumlah responden

Klasifikasi ranking dari skala penilaian pada keparahan (Davis dan Cosenza,1988) adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.4** Klasifikasi keparahan (*Severity Index*)

No.	Kelas	Nilai
0	<i>Extremely Ineffective</i>	$0\% < \text{S.I} \leq 20\%$
1	<i>Ineffective</i>	$20\% < \text{S.I} \leq 40\%$
2	<i>Moderately Effective</i>	$40\% < \text{S.I} \leq 60\%$
3	<i>Very Effective</i>	$60\% < \text{S.I} \leq 80\%$
4	<i>Extremely Effective</i>	$80\% < \text{S.I} \leq 100\%$

(sumber: Davis dan Cosenza,1988)

Selanjutnya hasil penilaian kemungkinan dan konsekuensi yang diperoleh dimasukkan dalam tabel matriks risiko seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2.5** Matriks Risiko

Kemungkinan	Keparahan				
	Tidak Signifikan	Kecil	Sedang	Berat	Bencana
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A	T	T	E	E	E
B	S	T	T	E	E
C	R	S	T	E	E
D	R	R	S	T	E
E	R	R	S	T	T

(Sumber: Ramli, 2010)

Keterangan:

E = Risiko Ekstrim - Kegiatan tidak boleh dilaksanakan atau dilanjutkan sampai risiko telah direduksi

T = Risiko Tinggi - Kegiatan tidak boleh dilaksanakan sampai risiko telah direduksi

S = Risiko Sedang - Perlu tindakan untuk mengurangi risiko, tetapi biaya pencegahan yang diperlukan harus diperhitungkan dengan teliti dan dibatasi

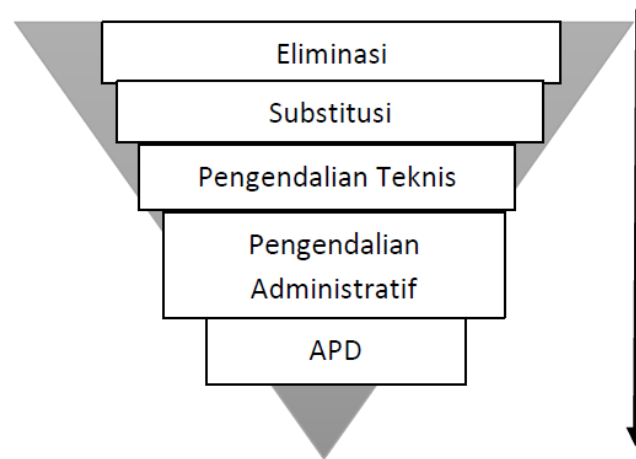
R = Risiko Rendah – Risiko dapat diterima pengendalian tambahan tambahan tidak diperlukan

#### 2.2.4 Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko dilakukan terhadap seluruh bahaya yang ditemukan dalam proses identifikasi bahaya dan mempertimbangkan peringkat risiko untuk menentukan prioritas dan cara pengendaliannya. Pengendalian risiko dapat dilakukan dengan beberapa pilihan yaitu:

- Mengurangi Kemungkinan (*Reduce Likelihood*)
- Mengurangi Keparahan (*Reduce Consequence*)
- Pengalihan Risiko Sebagian atau Seluruhnya (*Risk Transfer*)
- Menghindar dari Risiko (*Risk Avoid*)

Dalam menentukan pengendalian risiko harus memperhatikan hierarki pengendalian bahaya seperti yang terlihat pada gambar sebagai berikut:



**Gambar 2.2** Hirarki pengendalian risiko (*Sumber: Ramli, 2010*)

Keterangan:

- Eliminasi adalah teknik pengendalian dengan menghilangkan sumber bahaya.
- Substitusi adalah teknik pengendalian bahaya dengan mengganti alat, bahan, sistem, atau prosedur yang berbahaya dengan yang lebih aman atau yang lebih rendah bahayanya.
- Pengendalian Teknis adalah teknik pengendalian peralatan atau sarana teknis yang ada di lingkungan kerja.
- Pengendalian Administratif adalah pengendalian bahaya dengan mengatur jadwal kerja, istirahat, cara kerja, atau prosedur kerja yang lebih aman, rotasi atau pemeriksaan kesehatan.
- Penggunaan alat pelindung diri (APD) adalah teknik pengendalian bahaya dengan memakai alat pelindung diri misalnya pelindung kepala, sarung tangan, pelindung pernafasan, pelindung jatuh, dan pelindung kaki.

## **2.3 Kecelakaan Kerja**

### **2.3.1 Definisi Kecelakaan Kerja**

Kecelakaan kerja didefinisikan sebagai suatu kejadian yang terkait pekerjaan dimana suatu cedera (terlepas besarnya tingkat keparahan) atau kematian yang terjadi atau mungkin dapat terjadi (OHSAS 18001:2007). Secara umum, kecelakaan selalu diartikan sebagai “kejadian yang tak terduga”. Sebenarnya, setiap kecelakaan kerja dapat diramalkan atau diduga dari semula jika perbuatan dan kondisi tidak memenuhi persyaratan (Bennet N. B. Silalahi, 1995). Kecelakaan sebelumnya dianggap sebagai kehendak Tuhan, karena itu orang tertimpa kecelakaan menerimanya sebagai nasib atau

takdir. Menurut Sabdoadi (1981), kecelakaan adalah kejadian yang tidak diharapkan, tidak diinginkan, tidak diramalkan, tidak direncanakan, yang dapat mengganggu atau merusak kelangsungan yang wajar dari suatu kegiatan dan dapat mengakibatkan suatu luka atau kerusakan pada benda atau alat peralatan. Heinrich adalah orang yang pertama mengamati kecelakaan. Ia menyimpulkan bahwa kecelakaan mempunyai urutan tertentu (Sahab, 1997).

Kecelakaan akibat kerja adalah kecelakaan berhubungan dengan hubungan kerja pada perusahaan. Hubungan kerja disini dapat berarti bahwa kecelakaan terjadi dikarenakan oleh pekerjaan atau pada waktu melaksanakan pekerjaan. Kecelakaan tidak terjadi kebetulan, melainkan ada sebabnya. Oleh karena ada penyebabnya, sebab kecelakaan harus diteliti dan ditemukan, agar untuk selanjutnya dengan tindakan korektif yang ditujukan kepada penyebab itu serta dengan upaya preventif lebih lanjut kecelakaan dapat dicegah dan kecelakaan serupa tidak berulang kembali (Suma'mur, 2014).

### **2.3.2 Klasifikasi Kecelakaan Kerja**

Terdapat beberapa referensi dalam penentuan klasifikasi kecelakaan kerja salah satunya yaitu klasifikasi menurut Depnakertrans R.I, 2008. Berikut adalah klasifikasi kecelakaan kerja menurut Depnakertrans R.I, 2008 :

#### **a. Bagian Tubuh yang Cidera**

- |            |                              |
|------------|------------------------------|
| 1) Kepala  | 7) Telapak dan Jari Tangan   |
| 2) Mata    | 8) Paha                      |
| 3) Telinga | 9) Kaki                      |
| 4) Badan   | 10) Telapak dan Jari Kaki    |
| 5) Lengan  | 11) Organ tubuh bagian dalam |
| 6) Tangan  |                              |

#### **b. Corak Kecelakaan**

- 1) Terbentur, tertusuk, tersayat
- 2) Terpukul
- 3) Terjepit, tertimbun, tenggelam
- 4) Jatuh dari ketinggian yang sama dan tergelincir
- 5) Jatuh dari ketinggian berbeda

- 6) Keracunan
- 7) Tersentuh arus listrik
- 8) Lain-lain

### **2.3.3 Faktor-faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Kerja**

Menurut Suma'mur (2014), faktor penyebab kecelakaan disebabkan oleh faktor Tindakan-tindakan tidak aman (*unsafe acts*) 85 % dan Kondisi yang tidak aman (*unsafe condition*) 15 %. Menurut Suma'mur (2014), kecelakaan disebabkan oleh dua golongan penyebab yaitu :

- a. Tindak perbuatan manusia yang tidak memenuhi keselamatan (*Unsafe Human Acts*)

Dari penyelidikan-penyelidikan, ternyata faktor manusia dalam timbulnya kecelakaan sangat penting. Selalu ditemui dari hasil-hasil penelitian, bahwa 80-85% kecelakaan disebabkan oleh kelalaian atau kesalahan manusia. Kesalahan tersebut mungkin saja dibuat oleh perencana, kontraktor yang membangunnya, pimpinan kelompok, pelaksana, atau petugas yang melakukan pemeliharaan mesin dan peralatan. Kesalahan-kesalahan yang disebabkan oleh pekerja dikarenakan sikap yang tidak wajar seperti terlalu berani, sembrono, tidak mengindahkan instruksi, kelalaian, melamun, mengantuk, tidak mau bekerja sama, kelelahan dan kurang sabar. Hal-hal tersebut juga tidak luput dari faktor usia dan ketrampilan para pekerja.

- b. Keadaan-keadaan lingkungan yang tidak aman (*unsafe conditions*)

Faktor-faktor keadaan lingkungan kerja yang penting dalam kecelakaan kerja terdiri dari kondisi tempat kerja penerangan, kebisingan, dan pengaturan suhu dan ventilasi. Kesalahan disini terletak pada tata cara menyimpan bahan material dan alat kerja tidak pada tempatnya, lantai yang kotor dan licin. Ventilasi yang tidak sempurna sehingga ruangan kerja terdapat debu, keadaan lembab yang tinggi sehingga orang merasa tidak enak kerja. Pengaturan suhu udara agar tidak terlalu dingin ataupun terlalu panas yang dapat mengganggu konsentrasi pekerja. Pencahayaan yang tidak sempurna misalnya ruangan gelap, terdapat kesilauan dan tidak ada pencahayaan setempat. Beberapa penelitian membuktikan bahwa penerangan yang tepat dan disesuaikan dengan pekerjaan berakibat produksi yang maksimal dan ketidak efisienan yang

minimal, dan dengan begitu secara tidak langsung membantu mengurangi terjadinya kecelakaan kerja.

#### 2.3.4 Variabel Kemungkinan Kecelakaan Kerja di Proyek Lepas Pantai

Dalam rangka menentukan variabel kemungkinan kecelakaan kerja yang terjadi di bidang kelautan, salah satu sumber yang dapat digunakan ialah American Bureau of Shipping (ABS) yang mengeluarkan *job safety analysis for the marine and offshore industries* pada tahun 2013. Panduan ini dapat membantu menyederhanakan potensi bahaya yang terdapat dari kegiatan di bidang kelautan.

**Tabel 2.6** Variabel kemungkinan kecelakaan kerja

Potensi bahaya / <i>Hazards</i> (Kategori)	Kemungkinan penyebab	Potensi konsekuensi
<i>Surface contamination</i> (Biologi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kurang higienis</li> <li>- <i>Housekeeping</i> yang kurang baik</li> <li>- Alat dan permukaan kerja yang terkontaminasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Illness</i></li> <li>- <i>Fatality</i></li> </ul>
Tekanan (Energi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pecahnya gas dalam kemasan karena tekanan</li> <li>- Kontak dengan uap, air bertekanan tinggi</li> <li>- Kontak dengan selang, tali bertekanan tinggi</li> <li>- Kebocoran dari alat bertekanan tinggi</li> <li>- Tali putus akibat palu air</li> <li>- Tangki runtuh akibat vakum</li> <li>- Pemanasan bejana tekan dari api eksternal</li> <li>- Masuk ke area ujicoba tekanan tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cidera</li> <li>- Luka bakar</li> <li>- Kerusakan mata</li> <li>- Puing terbang</li> <li>- Stress akibat panas</li> <li>- Kerusakan telinga dari <i>noise</i></li> <li>- Ledakan</li> </ul>

**Tabel 2.6** Variabel kemungkinan kecelakaan kerja (lanjutan)

Potensi bahaya / <i>Hazards</i> (Kategori)	Kemungkinan penyebab	Potensi konsekuensi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Overheating</i> dari peralatan listrik</li> <li>- Kontak dengan konduktor terbuka</li> <li>- Peralatan listrik yang salah pasang</li> </ul>	
Api/Ledakan (Energi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidrokarbon volatil atau bahan kimia kepanasan didalam ruangan menyebabkan gas lebih cepat keluar</li> <li>- Kargo berbahaya terbuka</li> <li>- Hidrokarbon dibawah tekanan (<i>aerosol</i>)</li> <li>- Membiarkan ruang kosong terisi gas</li> <li>- Tangki bocor berdekatan dengan bahan kimia</li> <li>- Penyimpanan bahan kimia di kendaraan</li> <li>- Pembakaran spontan dari kargo</li> <li>- Pengelasan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Api</li> <li>Ledakan</li> <li>Cidera</li> <li>Luka bakar</li> <li>Kematian</li> </ul>
Bahan atau alat yang jatuh atau bergerak (Fisik)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sekat rendah</li> <li>- Barang jatuh dari pekerjaan diatas kepala</li> <li>- Pekerja lain bekerja diketinggian</li> <li>- Beban berayun</li> <li>- Peralatan bergerak</li> <li>- Pipa pada tingkat rendah</li> <li>- Gerakan kapal yang keras menyebabkan muatan tak terkendali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cedera (mata, kepala, dll)</li> <li>- Terpotong, tertusuk, tergores</li> <li>- Kerusakan property pada peralatan, pipa, struktur</li> <li>- Bocor dari alat</li> </ul>
Terpeleset (Fisik)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permukaan licin</li> <li>- Bekerja di dek pada saat cuaca buruk</li> <li>- Dek terbuka</li> <li>- Permukaan tidak rata</li> <li>- Penangan pipa atau kawat</li> <li>- Puing di dek</li> <li>- <i>Housekeeping</i> tidak baik</li> <li>- Tumpahan bahan kimia dan minyak</li> <li>- Menginjak peralatan, selang, atau struktur</li> <li>- Pencakupan buruk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cidera</li> </ul>
Jatuh (Fisik)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lubang terbuka</li> <li>- Dek terbuka dan tidak terawat</li> <li>- Bekerja diatas untuk <i>rigging</i>, <i>scaffolding</i>, dan pemadaman container</li> <li>- Mengganti lampu menggunakan tangga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cidera</li> <li>- Fatality</li> </ul>



**Tabel 2.6** Variabel kemungkinan kecelakaan kerja (lanjutan)

Potensi bahaya / <i>Hazards</i> (Kategori)	Kemungkinan penyebab	Potensi konsekuensi
Terjepit, terpotong (Fisik)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kawat (Terpisah, terputus, terlempar, dll)</li> <li>- Bekerja di dekat <i>rigging</i> atau peralatan</li> <li>- Pekerja di sekitar mesin</li> <li>- Mesin yang menyala tidak disengaja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terjepit</li> <li>- Cidera</li> <li>- Anggota badan hilang</li> <li>- Kematian</li> </ul>
<i>Excessive strain/ posture</i> ( <i>Work Environment</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengangkat beban berat selama operasi</li> <li>- Berdiri diatas dek baja dalam waktu yang lama</li> <li>- Bekerja pada sudut canggung</li> <li>- Penggunaan perkakas listrik</li> <li>- Gerakan berulang</li> <li>- Perangkat selip</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Punggung tegang</li> <li>- Otot kejang</li> <li>- Kerusakan Saraf</li> <li>- Tendonitis</li> <li>- Cidera kaki</li> <li>- Cidera Mata</li> </ul>
<i>Heavy Seas</i> (Eksternal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Angin kencang</li> <li>- Pasang surut air laut</li> <li>- Badai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Selip, jatuh</li> <li>Jatuh ke laut</li> <li>Barang jatuh</li> </ul>
Angin kencang ( <i>Eksternal</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuaca buruk / badai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selip, jatuh</li> <li>- <i>Wind burn</i></li> <li>- Barang terjatuh</li> </ul>
Hujan, Badai ( <i>Eksternal</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuaca buruk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selip, jatuh</li> <li>- Jatuh ke laut</li> <li>- Hipotermia</li> <li>- Peralatan disambar petir</li> <li>- Personil disambar petir</li> </ul>

(Sumber: ABS, 2013)

## 2.4 Cuaca dan Kondisi Laut

Cuaca dan kondisi gelombang laut merupakan faktor luar penyebab kecelakaan pada kegiatan di bidang kelautan, seperti adanya jarak pandang terbatas akibat cuaca berkabut, kapal bergoayang, dan lainnya. Kapal-kapal umumnya rentan terhadap perairan bergelombang besar sehingga *stability* kapal penting untuk menunjang keselamatan pekerja di kapal. *Stability* kapal berkaitan erat dengan penempatan barang-barang dan berat muatan. Dengan *stability* kapal yang baik maka kapal relatif lebih stabil dan lebih aman pada saat kapal mengalami cuaca buruk atau berada pada perairan bergelombang besar. Nakhoda dan perwira

kapal lainnya dituntut untuk memahami kompetensi perhitungan dan pengaturan *stability* kapal yang menjadi tanggungjawabnya. Kondisi cuaca, ketinggian gelombang laut dan kecepatan angina digambarkan dengan skala Beaufort, seperti pada Tabel II.6.

**Tabel 2.7** Kondisi cuaca, kecepatan angin, dan ketinggian gelombang pada skala *Beaufort*

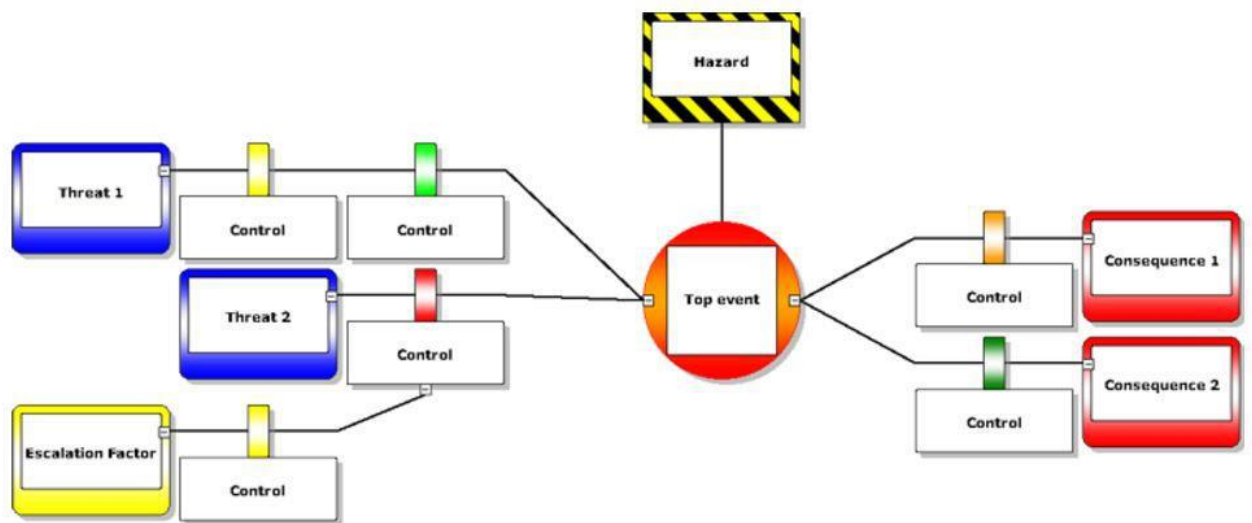
Kategori	Kecepatan angin ( <i>Beaufort scale</i> )	Ketinggian gelombang ( H 1/3, meters)
A. Samudera	> 8	> 8
B. Lepas Pantai	6 - 8	2 – 4
C. Pantai	4 – 6	0,5 – 2
D. Perairan terlindung	0 - 4	0 – 0,5

(Sumber: UE – Guidelines, 2004)

## 2.5 *Bowtie Analysis*

Analisis *Bowtie* (dasi kupu-kupu) adalah metode diagramatis yang digunakan untuk menggambarkan dan menganalisis jalur suatu risiko dari faktor penyebab kegagalan hingga dampaknya. Metode ini sering dianggap sebagai kombinasi dari metode *fault tree analysis* (FTA) atau pohon kesalahan yang digunakan untuk menganalisis faktor penyebab suatu kegagalan dengan metode *event tree analysis* (ETA) atau pohon kejadian yang digunakan untuk menganalisis dampak dari suatu kegagalan. Pada dasarnya *Bowtie* lebih berfokus kepada penghambat (*barrier*) antara faktor penyebab dan risiko, serta antara risiko dan dampak. Metode ini disebut *Bowtie* karena diagram yang dihasilkan menyerupai dasi kupu-kupu dengan faktor penyebab dan dampak masing-masing menjadi dua sayap kiri kanan yang mengapit kejadian risiko di bagian tengah. Metode *Bowtie* menjelaskan beberapa kejadian yang berasal dari faktor penyebab dan dampak dari kegagalan yang membentuk representasi grafis dari :

1. Sebuah kejadian utama yang merugikan
2. Faktor yang dapat menyebabkan kegagalan suatu kejadian dengan probabilitas tertentu.
3. Dampak dari suatu kegagalan beserta konsekuensinya.
4. Kontrol yang bertujuan untuk mengurangi kemungkinan kejadian kehilangan yang terjadi, dan kontrol yang bertujuan untuk mengurangi dampak dari peristiwa hilangnya setelah mereka telah terjadi.



**Gambar 2.3** *Bowtie Representation* (Sumber: Gifford, et.al., 2003)

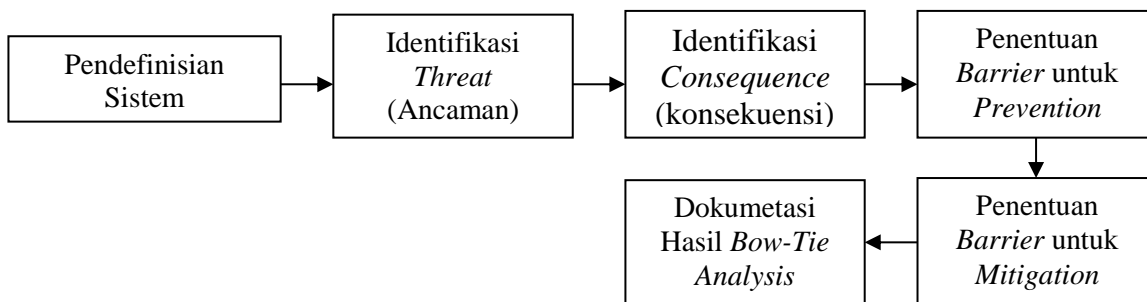
Metode *Bowtie* memiliki peranan sebagai pengaruh sistem keselamatan (dan hambatan) pada perkembangan skenario kecelakaan. Diagram pada gambar II.3 di atas adalah contoh representasi sederhana dari metode *Bowtie*. Kelebihan dari diagram *Bowtie* adalah dapat memberikan gambaran beberapa skenario yang masuk akal pada satu gambar. Singkatnya, ia menyediakan penjelasan visual yang sederhana dari risiko yang akan jauh lebih sulit untuk dijelaskan. Metode *Bowtie* pada dasarnya adalah sebuah teknik probabilistik, tetapi dalam waktu yang telah dikembangkan dalam versi yang berbeda, tergantung pada sistem yang sedang dianalisis.

Dalam metode *Bowtie* terdapat berbagai macam istilah antara lain, *hazard* (risiko), *prevention* (pencegahan), *mitigation* (pemulihan), *threat* (ancaman), dan *consequence* (konsekuensi). Awal dari setiap *Bowtie* adalah adanya risiko. Risiko adalah sesuatu di sekitar kita atau bagian dari organisasi yang memiliki potensi untuk menyebabkan kerusakan atau kegagalan.

*Prevention* (pencegahan) disini adalah langkah pencegahan terhadap faktor penyebab kegagalan. Sedangkan *mitigation* (pemulihan) adalah langkah pemulihan / peringanan terhadap dampak dari kegagalan. *Threat* (Ancaman) adalah kegiatan yang dapat menyebabkan kegagalan atau faktor penyebab kegagalan dari hasil *fault tree analysis* (FTA). Sedangkan *consequence* (konsekuensi) adalah dampak atau akibat yang timbul dari kegagalan yang bisa diperoleh dari hasil *event tree analysis* (ETA).

### 2.5.1 Tahapan Bowtie Analysis

Dalam penyusunan diagram *Bowtie* tidak hanya membutuhkan data yang dapat diandalkan pada frekuensi dari semua kejadian, tetapi juga perlu mengetahui probabilitas kegagalan hambatan. Penyusunan diagram *Bowtie* memerlukan penilaian dan pendapat dari berbagai narasumber yang ahli dan berpengalaman di bidangnya. Tidak semua perusahaan dapat menerapkan metode ini. Meskipun demikian, *Bowtie analysis* merupakan dasar yang menarik untuk mendukung analisis kualitatif. Metode *Bowtie* merupakan langkah maju dalam keadaan saat ini dalam pengelolaan risiko, termasuk yang berhubungan dengan keselamatan kerja.



**Gambar 2.4** Tahapan *Bowtie Analysis*

Urutan tahap *Bowtie Analysis* berdasarkan Gambar II.3 adalah sebagai berikut:

1) *Identify the bowtie hazard*

*The bowtie hazard* terdiri dari 2 item yaitu bahaya/hazard dan *event* yang akan terjadi. *Hazard*: Bahaya memiliki potensi untuk menyebabkan kerusakan, termasuk sakit dan cedera, kerusakan properti, produk atau lingkungan, dan kerugian produksi. *Event*: event adalah kejadian yang tidak diinginkan yang merupakan akhir dari FTA dan awal dari ETA. Event biasa disebut dengan “*The release*” of the hazard.

2) *Assess the threats*

*Ancaman* berada di sisi paling kiri dari diagram. Ancaman adalah sesuatu yang berpotensi akan menyebabkan pelepasan dari bahaya yang telah diidentifikasi.

3) *Assess the consequences*

Konsekuensi berada di sisi paling kanan dari diagram. Konsekuensi adalah dampak dari pelepasan bahaya.

4) *Control*

Kontrol adalah ukuran pelindung (kendali) diberlakukan untuk mencegah ancaman dari melepaskan bahaya. Pada diagram bowtie, mereka duduk diantara *threats* dan *top event*.

5) *Recover*

*The recovery controls* duduk di antara *top event* dan *consequence*. *recovery controls* adalah teknik, operasional, dan organisasi yang membatasi konsekuensi yang timbul dari *event*.

6) *Identify threats to the controls*

*Threats to the controls* adalah kondisi yang menyebabkan peningkatan risiko akibat pelepasan bahaya dari kontrol.

7) *Identify the controls for the threats to the controls*

*Controls for the threats to the controls* harus diletakkan di tempat untuk memastikan bahwa ancaman terhadap kontrol tidak menyebabkan kontrol tersebut gagal.

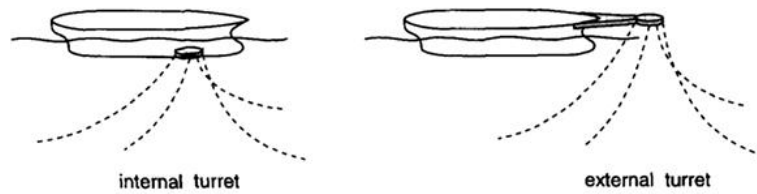
### **2.5.2 Manfaat menggunakan *Bowtie analysis***

*Bowtie Analysis* digunakan dalam berbagai industri karena memiliki beberapa manfaat antara lain:

- a. Sangat efektif untuk analisis proses *hazard* awal;
- b. Mengidentifikasi *high probability* and *high consequence events*;
- c. Aplikasi gabungan dari FTA dan ETA;
- d. Representasi penyebab peristiwa skenario berbahaya, kemungkinan hasil, dan langkah-langkah untuk mencegah, mengurangi, atau mengontrol bahaya; dan
- e. Pengamanan (hambatan/kendali) diidentifikasi dan dievaluasi.

## **2.6 Mooring System**

Sistem tambat (*mooring system*) pada FPSO berfungsi untuk menjaga posisi FPSO supaya tetap berada pada tempatnya. Secara garis besar, konfigurasi sistem tambat FPSO bisa berupa jenis tambat menyebar (*spread mooring*) dan jenis tambat titik tunggal (*single point mooring*). Salah satu jenis *single point mooring* adalah sistem tambat turret (*turret mooring*). *Turret mooring* terdiri dari dua tipe, yakni *external turret system* dan *internal turret system* (API RP 2SK, 2005).



**Gambar 2.5** *Turret mooring system* (Sumber: Huijsmans, 1996)

*Turret* terdiri atas *bearings* yang menyebabkan kapal bisa berputar di sekitar kaki jangkar. Sistem *turret* ini memberikan kemampuan kepada FPSO terhadap *weathervane* (FPSO dapat berputar 360° mengikuti kondisi lingkungannya namun tetap tertambat pada *mooring*). *Turret mooring system* mulai dikembangkan pada tahun 1985. Adapun pertimbangan menggunakan *turret mooring* adalah adanya kondisi lingkungan yang ekstrim, kemudahan memelihara dan faktor keselamatan. Berikut penjabaran dari dua jenis *turret mooring system*.

#### **a. Internal Turret Mooring System**

Sistem ini terpasang pada ujung depan FPSO dan disangga oleh *roller bearing*, bisa ditempatkan di *moonpool* menghadap dasar kapal ataupun di deck. Tempat berputar bagian luar dari *bearing* dihubungkan pada kapal, sedangkan bagian dalamnya adalah bagian dari *turret*.

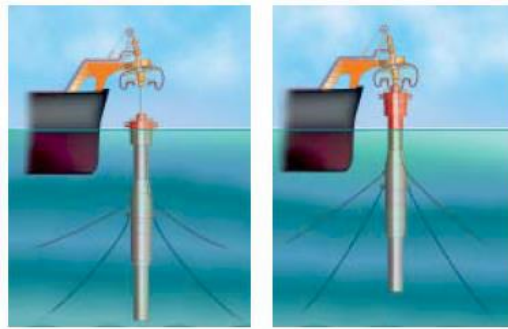
#### **b. External Turret Mooring System**

*External turret mooring* terdiri dari struktur kotak baja dengan jarak dari haluan atau buritan yang tetap ataupun bisa ditambah, menyediakan pondasi untuk pengaturan *bearing* dan *turret* yang bias berotasi. *Bearing* menyediakan tempat tetap untuk tempat rantai jangkar dan selang transfer fluida untuk dipasang. Kaki rantai di tambatkan di dasar laut dengan jangkar ataupun *piles*. Koneksi produk dan utilitas dibuat diantara fasilitas pada tanker dan dasar laut melalui susunan *swivel* pada *turret*, sehingga tanker bisa *weathervane* disekeliling tempat yang tetap dan tidak mengganggu proses produksi.

*External turret mooring* memiliki spesifikasi *disconnectable turret mooring system*. Sistem ini membuat FPSO dapat bereksplorasi di lingkungan dimana kondisi lingkungan sangat ekstrim seperti badai ataupun angin kencang dimana dapat mengganggu kondisi operasi. Sistem ini terdiri dari dua macam yaitu :

- *Riser Turret Mooring*

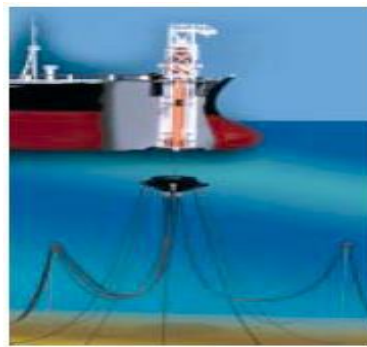
Sistem ini terdiri dari tanker atau *barge* dengan riser dan *turret* yang ditempatkan di haluan. Pemutusan sistem terdiri dari dua tahap, pertama *riser* diisolasi kemudian dilepaskan menggunakan sistem hidrolis, setelah dilepaskan maka kolom tetap dilokasi dan tanker dapat berlayar.



**Gambar 2.6** *Riser Turret Mooring* (sumber: [singlebuoy.com](http://singlebuoy.com))

- *Buoyant Turret Mooring*

Sistem ini terdiri dari *internal turret* yang terpasang pada tanker. *Mooring buoy* dipasang pada struktur *turret*, *buoy* didesain untuk menahan berat rantai dan *riser*. Untuk menyambungkan kembali maka *mooring buoy* harus ditarik oleh tanker.



**Gambar 2.7** *Buoyant Turret Mooring* (sumber: [singlebuoy.com](http://singlebuoy.com))

## 2.7 *Mooring Equipment*

Sistem mooring ada yang digunakan hanya untuk waktu yang singkat (contoh: berlabuh) dan ada yang digunakan untuk waktu yang lama (contoh: bangunan apung untuk kegiatan eksplorasi dan produksi lepas pantai). Sistem mooring umumnya terdiri atas 3 bagian yaitu *mooring line*, *anchor* (jangkar) dan alat pengapung untuk menjaga *mooring line* tidak terjatuh ke dasar laut, namun terdapat bagian bagian lainnya yang menunjang sistem *mooring* tersebut, antara lain sebagai berikut :

a. Rantai (*chain*)

Rantai adalah serangkaian link atau cincin yang saling terhubung berkaitan satu dengan yang lain sehingga terbentuk hingga memanjang. Rantai biasanya dibuat dari logam maupun plastik, tergantung dari kegunaannya dan juga keperluan dari pemakainya sendiri. Rantai secara umum digunakan untuk memindahkan beban atau tenaga dan juga dapat digunakan untuk mengikat benda agar tidak terjatuh. Semua fungsi-fungsi tersebut tergantung dari tipe dan jenis dari rantai itu sendiri. tipe-tipe rantai secara umum dapat dibagi menjadi 3 jenis menurut materialnya yaitu diantaranya rantai baja, rantai pelastik, dan rantai besi.



**Gambar 2.8** Rantai baja (sumber: *velascoindonesia.com*)

b. Sling

Sling adalah alat bantu angkat khususnya barang yang besar dan berat diberbagai industri. Karakteristik dari sling ini adalah salah satu dan atau kedua ujungnya diterminasi atau dibuat mata sebagai sarana untuk mengaitkan aksesoris untuk membantu aplikasi pengangkatan seperti Hook, Masterlink, dll. Sling dibagi menjadi beberapa jenis, tergantung fungsi, kondisi lapangan dan aplikasinya. Jenis-jenis sling yaitu *wire rope sling*, *chain sling*, *webbing sling*, dan *round sling*.



**Gambar 2.9** Sling (sumber: *albaderlifting.com*)

c. *Connection link*



Fungsi dari *Connecting Link* ini adalah untuk menyambung antara sling rantai dengan alat *Rigging* lainnya seperti *masterlink*, *shackle*, *hook*, dll. *Connecting Link* hanya dikhususkan untuk dipasang pada rantai atau *sling* rantai, tidak untuk *wire rope* maupun *webbing sling*, karena memang *connecting link* ini didesain untuk rantai. Desain dari *connecting link* ini dibuat agar dapat dibongkar pasang sehingga dapat dimasukkan pada mata rantai.



**Gambar 2.10** *Connecting link* (sumber: seoasmarines.com)

d. *Shackle*

*Shackle* / Segel adalah sebuah alat bantu angkat yang terbuat dari bahan *mild steel*, *carbon steel*, *alloy steel* dan *Stainless steel 304 & 316*. *Shackle* / Segel ini fungsinya untuk menyambung atau mengkaitkan sling dengan objek angkat. *Shackle* / Segel biasanya digunakan untuk mengangkat barang, basket, *beam*, mesin, dan objek angkat lainnya yang berat sehingga harus menggunakan sling dan *shackle* sebagai alat bantu angkatnya.



**Gambar 2.11** *Shackle* (sumber: seoasmarines.com)

e. *Hook* atau ganco

Hook adalah alat yang digunakan untuk membantu mengangkat beban dengan cara di kaitkan. Sebuah *hook* angkat biasanya dilengkapi dengan kait pengaman untuk mencegah pelepasan dari kaitan *wire rope sling* ataupun rantai dari beban yang terpasang.



**Gambar 2.12** *Hook* (sumber: seoasmartines.com)

f. *Winch*

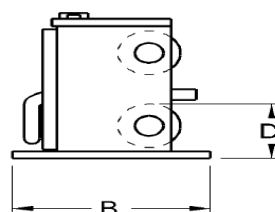
*Winch* adalah pesawat bantu di dek kapal yang berfungsi untuk mengulur dan menarik beban berat yang tidak dapat dilakukan oleh tenaga manusia



**Gambar 2.13** *Winch* (sumber: Apexindo, 2017)

g. *Fairleads*

Pengarah tali atau lebih dikenal dengan sebutan *Fairleads* adalah merupakan perlengkapan kapal yang dipasang secara simetris pada kiri dan kanan (PS adan SB) kapal dan pada haluan dan buritan kapal. Fairlead ini berguna untuk mengatur dan mengarahkan tali tambat dari Penggulung tali menuju tongga tambat (*bolder*) di dermaga atau pelabuhan. Jenis *fairlead* beragam, ada yang terbuka dan ada yang tertutup dibagian atasnya, bentuk *fairlead* tertutup biasanya dipasang diburitan kapal terkenal dengan nama Panama Canal fairlead sedang untuk dihaluan menggunakan lubang tali (*mooring pipe*). Lubang tali berbentuk donat dipasang pada bulwark kapal untuk jalannya tali.



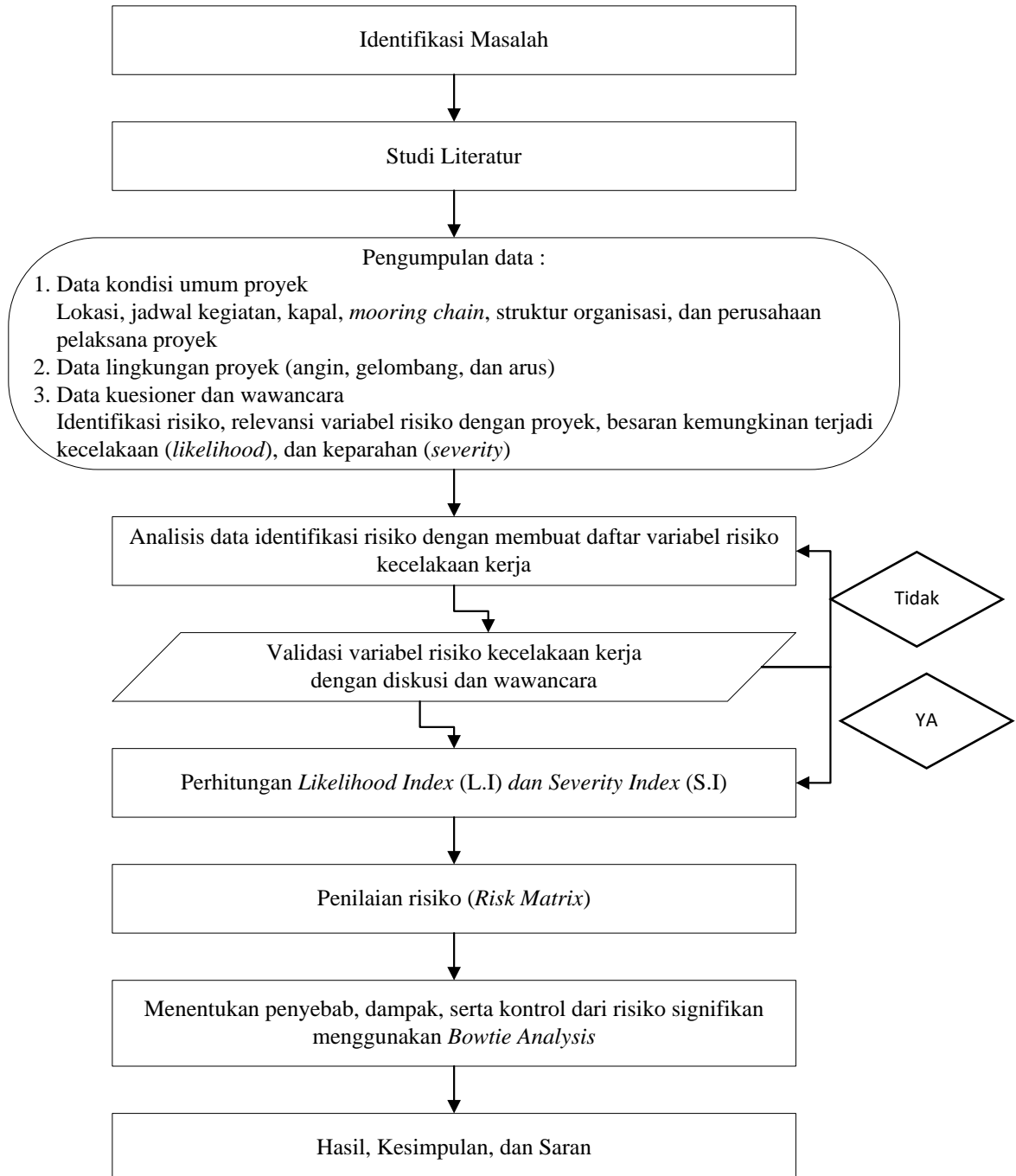
**Gambar 2.14** *Fairleads* (sumber: seoasmartines.com)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada Tugas Akhir ini digambarkan dalam diagram alir dibawah ini :



**Gambar3.1** Diagram alir penelitian

### 3.2 Prosedur Penelitian

Tahapan-tahapan dalam melaksanakan penelitian atau analisis pada Tugas Akhir ini meliputi:

#### 1. Identifikasi Masalah

Identifikasi Masalah dilakukan untuk mengidentifikasi topik atau kasus yang telah ditentukan. Kemudian menentukan perumusan masalah dan tujuan penelitian dengan cara mencari rumusan masalah apa yang ingin dibahas dan menentukan tujuan dari penelitian ini yang disertakan diskusi dengan dosen pembimbing.

#### 2. Studi Literatur

Studi literatur ini akan dilakukan dengan mencari, mempelajari, serta memahami laporan tugas akhir, buku-buku, dan jurnal yang berkaitan dengan rumusan masalah tugas akhir ini. Literatur ini juga dapat digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Adapun studi yang diperlukan sebagai berikut:

- a. Studi mengenai analisis risiko
- b. Studi mengenai manajemen keselamatan kerja
- c. Studi mengenai penyebab dan dampak kecelakaan kerja
- d. Studi mengenai proses *Mooring Chain Replacement*.

#### 3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini bertujuan untuk memenuhi data apa saja yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Data-data berikut meliputi:

##### a. Data Kapal

Data kapal yang akan digunakan adalah data kapal *SEA GOOD 101* milik PT. Apexindo Pratama Duta Tbk yang sedang beroperasi di Oyong Field. Data kapal yang digunakan berupa dimensi dan *drawing*;

##### b. Data Rantai Tambat Kapal

Data tali tambat kapal ini merupakan data-data yang berhubungan dengan ukuran, diameter, panjang, dan ketebalan dari rantai tambat tersebut;

##### c. Data lingkungan

Data lingkungan berupa data gelombang, data angin dan data arus. Data lingkungan ini akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan keadaan cuaca disekitar kapal;

d. Data kegiatan proyek

Data ini berupa *schedule activity* pengerjaan proyek *mooring chain replacement 101* mulai dari tahap persiapan hingga tahap penyelesaian atau *finishing*;

e. Data organisasi proyek

Data ini digunakan untuk menentukan responden yang akan menunjang penunjang penelitian ini;

f. Data variabel kegiatan

Data ini didapatkan melalui diskusi atau wawancara dengan pihak perusahaan untuk menentukan variabel kegiatan yang memiliki potensi bahaya;

g. Data kuesioner

Data ini didapatkan melalui penyebaran kuisisioner terhadap respoden yang telah dipilih untuk mendapatkan nilai kemungkinan kejadian(*likelihood*) dan keparahan (*severity*);

4. Analisis data dan identifikasi variabel risiko

Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan. Selanjutnya dilakukan analisis data dengan cara membuat daftar variabel risiko dari setiap kegiatan dan melakukan diskusi atau wawancara untuk memvalidasi daftar variabel risiko tersebut ke pihak perusahaan.

5. Penilaian Risiko (*risk matrix*)

Setelah mendapatkan variabel kegiatan tersebut lalu dilakukan Penilaian risiko yang dilakukan dengan cara penyebaran kuisisioner *Likelihood* dan *Severity* kepada responden yang telah dipilih sebelumnya untuk mengukur kemungkinan kejadian (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*) yang ditimbulkan pada setiap variabel kegiatan yang telah ditentukan. Dalam melakukan penilaian risiko digunakan skala penilaian *likelihood* dan *severity* (Tabel II.1 Kemungkinan Kejadian (*likelihood*) dan tabel II.2 Tingkat Keparahannya (*severity*)), lalu dilakukan perhitungan rumus indeks risiko menggunakan rumus dari Long (Pers. II.1) setelah itu dilakukan perankingan menggunakan klasifikasi ranking menurut Davis dan Cosenza (Tabel II.3) kemudian didapatkan tingkat risikonya setelah itu diplotkan dalam tabel

kategori matriks risiko (Tabel II.4) sehingga dapat diketahui risiko yang dominan pada proyek tersebut.

#### 6. Analisis menggunakan *Bowtie Analysis*

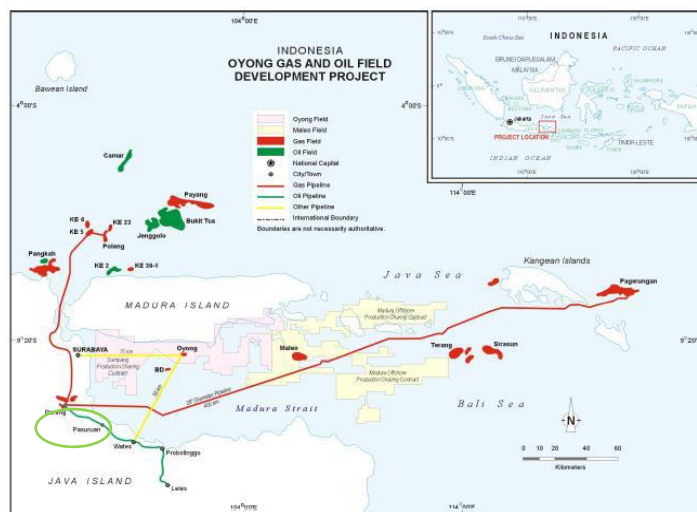
Setelah mendapatkan variabel risiko yang dominan dari hasil penilaian risiko, selanjutnya dilakukan analisis menggunakan *software BowtieXp* untuk mendapatkan dampak, penyebab dan mitigasi dari setiap variabel risiko yang dominan.

#### 7. Kesimpulan dan Saran

Dari seluruhan penelitian yang dilakukan akan dilakukan penarikan kesimpulan yang nantinya akan bermanfaat untuk pembaca ataupun peneliti selanjutnya.

### 3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Oyong Field Apexindo Pratama Duta, Madura – Indonesia. Pada proyek *mooring change replacement* Seagood 101.



**Gambar 3.2** Seagood 101

## BAB IV

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengumpulan Data

##### 4.1.1 Langkah Pengerjaan *Mooring Chain Replacement*

Dalam pengerjaan tugas akhir ini studi kasus yang akan dibahas adalah proyek *mooring chain replacement FPSO Seagood 101*. Berikut rangkaian kegiatan *mooring chain replacement* dapat dilihat pada gambar 4.1 :



**Gambar 4.1** Kegiatan *mooring chain replacement*

Pada gambar 4.1 dijelaskan uraian kegiatan *mooring chain replacement Seagood 101*. Diketahui bahwa dalam proyek ini dilakukan langkah-langkah mulai dari persiapan hingga demobilisasi.

#### 4.2 Uraian Kegiatan

##### 4.2.1 Persiapan dan Pekerjaan Kontruksi

Pada proses *mooring chain replacement* ini dilakukan langkah persiapan dan kontruksi yang terdiri dari beberapa uraian kegiatan. Berikut dapat dilihat uraian kegiatan persiapan dan kontruksi *mooring chain replacement Seagood 101* pada tabel 4.1 :

Tabel 4.1 uraian kegiatan

No	Uraian Kegiatan
1.	Jaminan kualitas / prosedur dan penilaian teknik <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prosedur kontruksi</li> <li>- Prosedur instalasi</li> <li>- Rencana pelaksanaan proyek</li> </ul>
2.	Inspeksi bangunan pendukung <i>mooring chain</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemasangan <i>scaffolding</i></li> <li>- NDT dan MPI</li> </ul>
3.	Penilaian Teknik <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perhitungan hidrodinamik</li> <li>- Perhitungan cuaca</li> <li>- Analisa <i>mooring</i> sebelum diganti</li> </ul>
4.	Pengadaan dan rencana kontrak <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeksi bawah laut dan posisi</li> <li>- <i>Marine spread utilization</i></li> <li>- Pekerja, perlengkapan dan material pendukung</li> <li>- Alat transportasi laut</li> </ul>
5.	Pengerjaan fabrikasi <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 <i>hinge/handle 2<sup>nd</sup> chain stopper</i></li> <li>- 16 <i>pin chain stopper</i></li> <li>- 4 <i>pin lock on 2<sup>nd</sup> chain stopper</i></li> <li>- Perlindungan pipa sementara</li> </ul>
6.	Pengerjaan kontruksi di lapangan <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaikan kawat derek</li> <li>- Pengujian beban pada alat derek</li> <li>- Perbaikan <i>swivel</i> dan <i>fairlead</i></li> <li>- <i>Hinge chain stopper replament</i></li> <li>- <i>Fwd mooring roller maintenance</i></li> <li>- <i>Aft mooring roller rectifitation</i></li> <li>- Pengujian pada <i>pulling chain</i></li> <li>- Instalasi soket</li> </ul>

#### 4.2.2 Persiapan diatas *workbarge* dan AHTS sebelum instalasi

Sebelum dilakukan proses instalasi, perlu dilakukan persiapan diatas *workbarge* dan AHTS. Kegiatan ini akan diuraikan kembali pada tabel 4.2

Table 4.2 uraian kegiatan Persiapan diatas *workbarge* dan AHTS sebelum instalasi

No	Uraian Kegiatan
1.	Transportasi <i>mooring chain</i>
2.	<i>loading 8 mooring chain</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mengatur posisi <i>mooring chain</i> pada kapal</li> <li>- <i>lashing/seafastening</i></li> </ul>



Table 4.2 uraian kegiatan Persiapan diatas *workbarge* dan AHTS sebelum instalasi (Lanjutan)

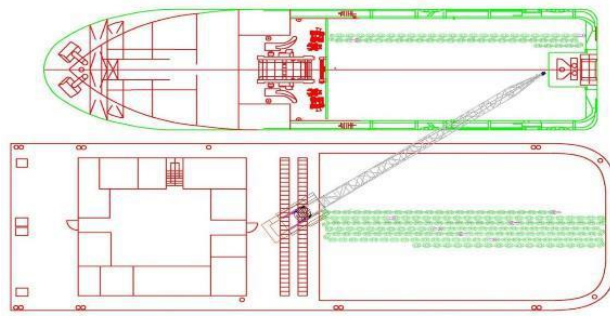
No	Uraian Kegiatan
3.	<i>Loading</i> peralatan,perlengkapan,dan material ke AWB
4.	Mobilisasi pekerja
5.	Persiapan DGPS <ul style="list-style-type: none"> <li>- instal DGPS di <i>Seagood</i> 101</li> <li>- Instal DGPS di AHTS</li> </ul>
6.	<i>Sail out marine fleet</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- persiapan <i>towing</i> untuk AWB dan AHTS</li> <li>- <i>cleareance marine spread in</i> Surabaya</li> </ul>

#### 4.2.3 Instalasi *Mooring*

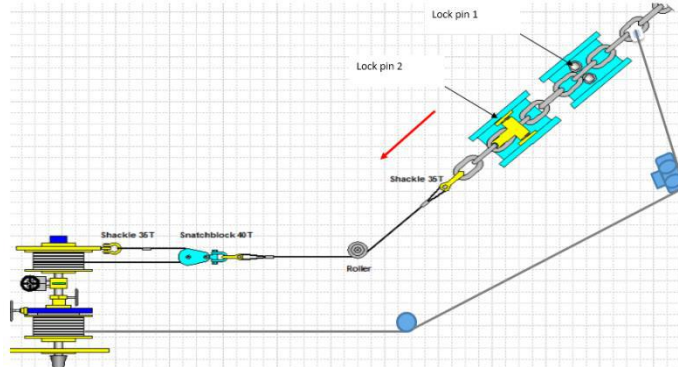
Dalam memasang *mooring* digunakan metode yang hanya dilakukan oleh AHTS dan juga untuk menghindari *belly*(tidak lurus) pada kaki rantai dipagi hari, sehingga posisi rantai bisa diganti dari yang lama dengan yang baru dan dibawa pada dek kapal *laying chain* dan melakukan *hook up tensioning* atau menarik rantai. Berikut uraian kegiatan instalasi *mooring* pada tabel 4.3 dan dapat dilihat pada gambar 4.2 s/d 4.7:

Tabel 4.3 uraian kegiatan instalasi

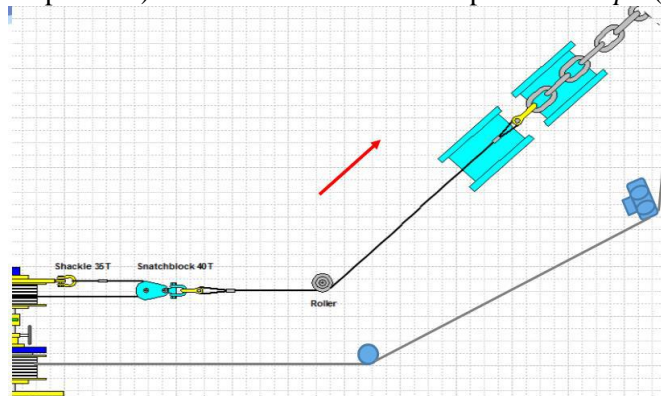
No	Uraian Kegiatan
1.	Persiapan perlengkapan di AHTS dan pemindahan <i>chain</i> dari AWB ke AHTS
2.	<i>Mooring chain replacement</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- persiapan sebelum instalasi</li> <li>- melonggarkan <i>mooring chain</i></li> <li>- pemindahan <i>mooring chain</i> dari <i>Seagood</i> ke AHTS</li> <li>- menggulung <i>mooring chain</i> di atas AHTS</li> <li>- memotong <i>mooring chain</i> lama dan di sambungkan dengan yang baru</li> <li>- memindahkan dan memasang <i>mooring chain</i> dari AHTS ke <i>Seagood</i></li> <li>- <i>tensioning</i></li> </ul>
3.	<i>Loading unloading mooring chain</i>
4.	Mobilisasi personel ke laut lepas
5.	Persiapan di <i>Seagood</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Greasing</i></li> <li>- Memasang <i>snacth block</i></li> <li>- Memasang <i>wire sling</i></li> </ul>
6.	Persiapan di AHTS <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Laying down chain</i> pada AHTS</li> </ul>
7.	<i>final tensioning adjustment</i>
8.	Membawa semua <i>mooring chain</i> yang lama dari AWB ke AHTS



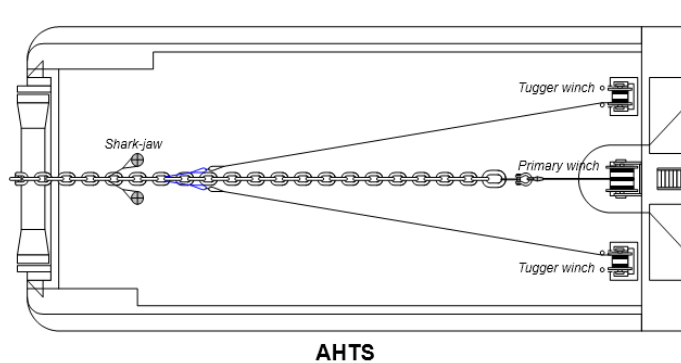
Gambar 4.2 pemindahan *chain* dari AWB ke AHTS(Apexindo doc.)



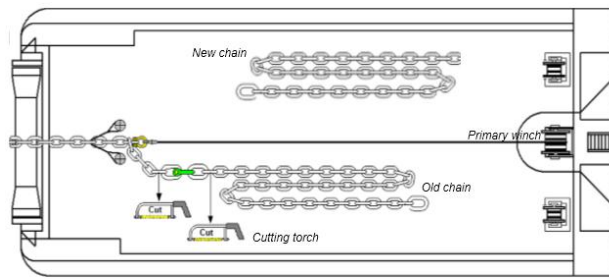
Gambar 4.3 (Tampak atas) menarik *winch* untuk melepaskan *lock pin*(Apexindo doc.)



Gambar 4.4 gulung keluar *wunch* untuk melepas *chain*(Apexindo doc.)

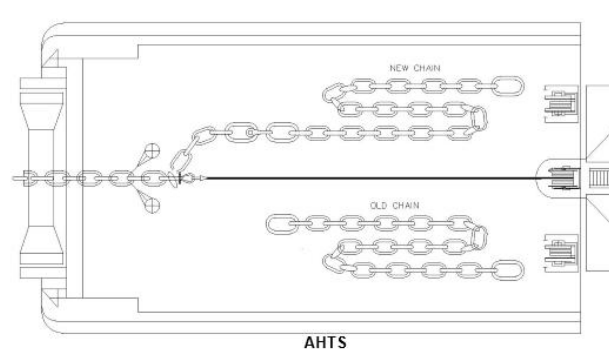


Gambar 4.5 tahan *mooring* menggunakan *shark jaw*(Apexindo doc.)



AHTS

Gambar 4.6 Potong *chain* lama menggunakan *cutting torch*(Apexindo doc.)



AHTS

Gambar 4.7 *mooring* yang ada disambungkan dengan yang baru (Apexindo doc.)

#### 4.2.4 Pengerjaan setelah Instalasi

Setelah dilakukan kegiatan instalasi, terdapat beberapa kegiatan yang perlu dilakukan. Berikut uraian kegiatan setelah instalasi pada tabel 4.4.

Tabel. 4.4 uraian kegiatan setelah instalasi

No	Uraian Kegiatan
1.	Pemulihan <i>grating starboard side</i> dan <i>protside</i>
2.	Pemulihan <i>H-beam main support of landing boat</i>
3.	pemulihan <i>firehouse reel</i>
4.	Pembenahan area dekat <i>winch</i> dan <i>chain stopper</i>

#### 4.2.5 Demobilisasi Pekerja, Perlengkapan, Peralatan dan Rantai Lama

Pada kegiatan terakhir mengembalikan pekerja, perlengkapan, peralatan dan rantai lama menuju pelabuhan terdekat.

#### 4.3 Identifikasi Risiko

Langkah pertama penelitian ini adalah dengan mengidentifikasi risiko kecelakaan kerja yang ada pada keseluruhan pengerjaan kontruksi yaitu mulai dari tahap persiapan sampai dengan tahap demobilisasi. Identifikasi risiko dilakukan dengan cara melakukan diskusi atau

wawancara langsung dengan praktisi, akademisi yang telah berpengalaman dalam bidang konstruksi bangunan laut khususnya pada kegiatan *mooring chain replacement* untuk mendapatkan variabel *hazard* pada setiap kegiatan dan menentukan variabel *hazard effect*. Berikut hasil identifikasi *hazard* dan *hazard effect* kegiatan dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini ;

Tabel 4.5 variabel *hazard Effect*

No	Item Kegiatan	Hazard	<i>Hazard effect</i>	Kode kegiatan
1	Mobilisasi dan demobilisasi peralatan dan pekerja	Pemindahan perlengkapan menggunakan <i>crane</i>	<i>Crane</i> rusak	1a
			Pekerja tertimpa material	1b
			Material jatuh atau bertabrakan	1c
		Cuaca buruk	Terjadi tabrakan antar <i>vessel</i>	1d
			<i>Crane</i> rusak	1e
			Material jatuh atau bertabrakan	1f
			Pekerja cidera	1g
2	Penyiapan perlengkapan dan peralatan	Pemindahan alat berat	Alat jatuh ( <i>Falling object</i> )	2a
			Pekerja terpeleset, terjatuh, dan tersandung	2b
3	Perbaikan <i>Fairlead</i>	Pemasangan <i>scaffolding</i>	Pekerja terjatuh	3a
			Pekerja tertimpa benda yang jatuh	3b
4	Perbaikan <i>Swivel</i>	Membuka baut cover <i>silinder swivel</i>	Pekerja terhantam benda keras	4a
			Tangan pekerja terjepit	4b
		Memasang <i>shaft</i> silinder pada <i>swivel</i>	<i>Shaft swivel</i> jatuh ke laut	4c
			Tangan Pekerja Terjepit	4d
		Menutup cover <i>swivel</i> dan pengencangan pada baut	Cover dan baut <i>swivel</i> jatuh ke laut	4e
			Tangan Pekerja terjepit	4f
5	<i>Load test</i>	Menyambung <i>socket wire winch</i> ke <i>shackle</i>	Tangan pekerja terjepit	5a
		<i>Winch load test</i>	<i>Mooring chain</i> terlepas tak terkendali	5b

Tabel 4.5 variabel *hazard Effect* (Lanjutan)

No	Item Kegiatan	Hazard	Hazard Effect	Kode Kegiatan
5	<i>Load test</i>	Wire winch putus	Pekerja cidera/fatality	5c
6	Perbaikan roller	Membuka mur atas pada <i>roller</i> menggunakan socket wrench	Tangan Pekerja terjepit	6a
			Pekerja terkena hantaman benda keras	6b
		Mendorong bagian atas <i>roller</i> dengan <i>jacking up</i>	Pekerja terkena benda tumpul	6c
			Bagian atas <i>roller</i> terlepas dan tidak terkontrol	6d
		Menurunkan bagian atas <i>roller</i> dan memasang mur bagian atas	Pekerja terkena/terhantam benda tumpul	6e
			Tangan Pekerja terjepit	6f
7	Penyiapan mesin derek ( <i>winch</i> )	Tekanan pada selang ( <i>hose</i> )	Pompa hidrolik tidak dapat mencapai tekanan maksimum untuk tes penarikan	7a
8	Pengaturan <i>snatch block</i>	Tekanan pada pompa ( <i>pump</i> )	Pompa hidrolik kelebihan tekanan	8a
		Pengaturan jalur ketika penggantian <i>mooring</i>	Kerusakan struktur	8b
9	Instalasi Socket	Memotong <i>wirewinch</i> menggunakan <i>wire-cutter</i>	Pekerja terjepit	9a
		Memasukan <i>socket</i> ke <i>wire winch</i>	Pekerja terjepit	9b
10	AHTS merapat untuk <i>mooring chain replacement</i>	Pergerakan AHTS yang tidak terkendali	Tabrakan dengan <i>oyong platform</i>	10a
			Seagood 101 rusak	10b
			Rantai rusak	10c
			<i>Flexible jumper</i> terpisah	10d
			<i>Export hose</i> terpisah	10e
		Pekerjaan di dekat permukaan laut	Pekerja jatuh ke laut	10f
			Barang jatuh	10g
11	Memotong rantai dengan api ( <i>cutting torch</i> )	Hidrokarbon release disekitar area api	Kerusakan pada aset	11a
			Pekerja terkena api	11b
			Terjadi kebakaran	11c
		Cuaca buruk	<i>Chain broken</i>	11d
			Pekerja terjatuh	11e
			Rantai jatuh ke laut	11f

Tabel 4.5 variabel *hazard Effect* (Lanjutan)

No	Item Kegiatan	Hazard	Hazard effect	Kode Kegiatan
12	Pekerjaan memotong di malam hari	Kelelahan	Pekerja terjatuh	12a
			Pekerja sakit	12b
			Pekerja terkena api	12c
		Pengelihan yang terbatas	Pekerja terkena api	12d
			Pekerja terjatuh	12e
13	Perpindahan dan pengisian <i>mooring chain</i> dari Seagood ke AHT	Cuaca buruk	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain	13a
			Kerusakan pada <i>subsea hose</i>	13b
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut	13c
		Pergerakan AHT atau Seagood tidak terkendali	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain	13d
			Kerusakan pada <i>subsea hose</i>	13e
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut	13f
			Pekerja terjatuh ( <i>man overboard</i> )	13g
		Pemindahan barang menggunakan alat berat	Pekerja tertimpa benda	13h
			Benda jatuh ke laut	13i
14	<i>Rolling up mooring chain</i>	Cuaca buruk	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain	14a
			Kerusakan pada alat	14b
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut	14c
		Pergerakan AHTS atau Seagood tidak terkendali	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain	14d
		Kelelahan	Rantai terlepas dan jatuh ke laut	14e
			Kerusakan pada alat	14f
			Pekerja terjatuh	14g
15	<i>Pre tension</i> dan reposisi akhir	Tekanan berlebih pada pompa hidrolik	Kerusakan peralatan ( <i>Pad eyes, winch pad, snatch block</i> )	15a
			Kegagalan penegangan ( <i>failed tensioning</i> )	15b
			<i>Subsea well</i> Oyong-1 rusak dan menyebabkan <i>Hydrocarbon</i> tumpah ke laut <i>release</i> dan <i>oil spill</i>	15c
			Pekerja terjatuh	15d

Tabel 4.5 variabel *hazard Effect* (Lanjutan)

No	Item Kegiatan	Hazard	Hazard Effect	Kode Kegiatan
16	Pekerjaan setelah instalasi ( <i>Housekeeping</i> )	Peralatan berserakan	Pekerja terjatuh/tersandung	16a
			Pekerja tergores material tajam	16b
		Memindahkan material atau peralatan tidak menggunakan alat berat	Sakit punggung	16c
			Pekerja terjepit	16d
			kerusakan pada alat atau material	16e

#### 4.4 Penyebaran Kuisioner *Likelihood* dan *Severity*

Untuk dapat menentukan besaran *likelihood* dan *severity* dilakukan penyebaran kuisioner terhadap para ahli/pakar dibidang pekerjaan *mooring chain replacement*. Dari hasil survey ini akan didapatkan tingkat skala tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*) dari variabel risiko yang sebelumnya telah dibuat. Survei ini mengacu pada *likelihood index* dan *severity index* AS/NZS 4360:1999, Untuk tabel acuan dan hasil survei dapat dilihat pada tabel 4.6, 4.7 dan 4.8 dibawah ini :

Tabel 4.6 *likelihood index*

Tingkat likelihood	Uraian	Definisi
4	Hampir pasti terjadi	Dapat terjadi setiap saat dalam kondisi normal
3	Sering terjadi	Terjadi beberapa kali dalam periode waktu tertentu
2	Dapat terjadi	Risiko dapat terjadi namun tidak sering
1	Kadang-kadang	Kadang-kadang terjadi
0	Jarang sekali terjadi	Dapat terjadi dalam keadaan tertentu

Sumber : AS/NZS 4360:1999

Tabel 4.7 *Severity index*

Tingkat Severity	Uraian	Definisi
0	Tidak signifikan	Kejadian tidak menimbulkan kerugian atau cedera pada manusia
1	Kecil	Menimbulkan cedera ringan, kerugian kecil dan tidak menimbulkan dampak serius
2	Sedang	Cedera berat dan dirawat dirumah sakit, tidak menimbulkan cacat tetap, kerugian financial sedang
3	Berat	Menimbulkan cedera parah dan cacat tetap, kerugian financial besar
4	Bencana	Mengakibatkan korban meninggal dan kerugian parah bahkan dapat menghentikan kegiatan

Tabel 4.8 Hasil Survei *Likelihood* dan *Severity*

Kode kegiatan	<i>Likelihood</i>					<i>Severity</i>				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1a	0	0	0	2	3	0	5	0	0	0
1b	0	0	3	2	0	0	2	1	2	0
1c	0	0	2	2	1	2	1	2	0	0
1d	0	0	1	3	1	0	0	2	3	0
1e	0	0	0	2	3	2	3	0	0	0
1f	0	0	4	1	0	1	3	1	0	0
1g	0	0	0	5	0	0	3	2	0	0
2a	0	0	1	4	0	0	5	0	0	0
2b	0	2	3	0	0	2	3	0	0	0
3a	0	4	1	0	0	0	0	3	2	0
3b	0	0	0	5	0	0	2	3	0	0
4a	0	0	0	5	0	0	5	0	0	0
4b	0	0	0	5	0	0	5	0	0	0
4c	0	0	0	2	3	2	3	0	0	0
4d	0	0	1	4	0	2	3	0	0	0
4e	0	0	0	1	4	3	2	0	0	0
4f	0	0	1	4	0	1	4	0	0	0



Tabel 4.8 Hasil Survei *Likelihood* dan *Severity* (lanjutan)

Kode kegiatan	<i>Likelihood</i>					<i>Severity</i>				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
5a	0	0	1	3	1	2	3	0	0	0
5b	0	0	0	4	1	0	0	1	4	0
5c	0	0	5	0	0	0	0	3	2	0
6a	0	0	0	5	0	0	5	0	0	0
6b	0	0	1	4	0	0	5	0	0	0
6c	0	0	1	4	0	1	4	0	0	0
6d	0	2	3	0	0	4	1	0	0	0
6e	0	0	1	4	0	1	4	0	0	0
6f	0	0	0	5	0	1	4	0	0	0
7a	0	0	4	1	0	1	4	0	0	0
8a	0	0	5	0	0	1	2	1	0	0
8b	0	0	1	4	0	0	5	0	0	0
9a	0	0	1	4	0	1	4	0	0	0
9b	0	0	0	1	4	2	3	0	0	0
10a	2	3	0	0	0	0	0	0	2	3
10b	0	5	0	0	0	0	0	1	4	0
10c	0	1	4	0	0	0	1	4	0	0
10d	0	4	1	0	0	0	0	2	3	0
10e	0	4	1	0	0	0	0	2	3	0
10f	0	0	0	5	0	0	0	0	3	2
10g	0	0	1	4	0	1	4	0	0	0
11a	0	1	4	0	0	0	1	3	1	0
11b	0	0	2	3	0	0	1	4	0	0
11c	0	1	3	1	0	0	0	0	1	4
11d	0	0	4	1	0	0	1	4	0	0
11e	0	0	5	0	0	0	1	3	0	1
11f	0	0	1	2	2	0	4	0	0	1
12a	0	0	0	4	1	0	2	3	0	0
12b	0	0	1	4	0	1	3	1	0	0
12c	0	0	0	2	3	0	4	0	0	0
12d	0	0	0	2	3	1	4	0	0	0
12e	0	0	0	5	0	0	1	4	0	0
13a	0	0	0	3	2	0	5	0	0	0
13b	0	0	0	5	0	0	3	2	0	0
13c	0	0	0	1	4	0	5	0	0	0
13d	0	0	0	1	4	0	5	0	0	0
13e	0	0	0	4	1	0	2	3	0	0
13f	0	0	1	3	1	0	1	4	0	0
13g	0	5	0	0	0	0	0	2	3	0
13h	0	0	0	4	1	0	2	3	0	0
13i	0	0	1	3	1	2	3	0	0	0
14a	0	0	0	1	4	0	5	0	0	0
14b	0	0	3	2	0	1	4	0	0	0
14c	0	0	3	2	0	1	4	0	0	0

Tabel 4.8 Hasil Survei *Likelihood* dan *Severity* (lanjutan)

Kode kegiatan	<i>Likelihood</i>					<i>Severity</i>				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
14d	0	0	0	4	1	1	4	0	0	0
14e	0	0	0	4	1	1	4	0	0	0
14f	0	0	4	1	0	1	4	0	0	0
14g	0	0	0	5	0	0	1	4	0	0
15a	0	0	3	2	0	0	2	3	0	0
15b	0	0	2	3	0	0	2	3	0	0
15c	2	3	0	0	0	0	0	0	2	3
15d	0	0	0	2	3	0	4	1	0	0
16a	0	0	3	2	0	0	4	1	0	0
16b	0	0	0	3	1	1	4	0	0	0
16c	0	0	1	4	0	1	4	0	0	0
16d	0	0	3	2	0	1	4	0	0	0
16e	0	0	3	2	0	2	3	0	0	0

#### 4.5 Penilaian Risiko

Setelah melakukan survey untuk mendapatkan nilai kemungkinan(*likelihood*) dan keparahan (*severity*) pada setiap variabel kegiatan dilakukan penilaian risiko. Penilaian risiko (matriks risiko) adalah hasil perkalian antara *likelihood index* dengan *severity index* untuk mengetahui tingkat risiko pada setiap variabel kegiatan.

##### 4.5.1 Penilaian Persepsi Terhadap Kemungkinan(*likelihood*)

Penilaian persepsi terhadap kemungkinan yang ditimbulkan dilakukan dengan analisa persepsi. Analisa ini untuk mendapatkan skor atau kategori pada setiap variabel risiko. Setiap variabel memiliki nilai kategori *likelihood* yang berbeda-beda, sehingga dilakukan perhitungan *likelihood index* dengan persamaan dibawah ini:

$$L.I = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i n_i}{4N} \times 100\%$$

Sebagai contoh, akan dilakukan pada variabel 1a yaitu pada kegiatan mobilisasi dan demobilisasi peralatan dan pekerja dengan indikasi hazard berada pada pemindahan perlengkapan menggunakan crane yang memiliki risiko crane rusak. Pada survey *likelihood* diperoleh 3 orang mengisi kategori 4 dan 2 orang memilih kategori 3. Kemudian hasil survei itu dihitung dengan persamaan diatas. Maka didapatkan penilaian variabel risiko 1a adalah 90%

$$L.I = \frac{\sum_{i=0}^4 (0 \times 0) + (1 \times 0) + (2 \times 0) + (3 \times 2) + (4 \times 3)}{4(5)} \times 100\%$$

$$LI = 90\%$$

Hasil penilaian persepsi terhadap kemungkinan dapat dilihat pada tabel 4.9

#### 4.5.2 Penilaian Persepsi Terhadap Keparahan (*Severity*)

Penilaian persepsi terhadap *severity* ini hampir sama dengan penilaian persepsi pada *likelihood*. Dikarenakan setiap variabel memiliki nilai kategori *severity* ini memiliki perbedaan pada setiap variabelnya, maka diperlukan perhitungan *severity index* seperti persamaan dibawah ini :

$$S.I = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i n_i}{4N} \times 100\%$$

Sebagai contoh, akan dilakukan pada variabel 1b yaitu pada kegiatan mobilisasi dan demobilisasi peralatan dan pekerja dengan indikasi hazar berada pada pemindahan dengan menggunakan crane yang memiliki risiko pekerja tertimpa material. Dari hasil survei keparahan(*severitiy*) diperoleh 2 orang memilih pada tingkat keparahan 2, 1 orang memilih tingkat keparahan 2,dan 2 orang memilih tingkat keparahan 3. Maka hasil penilaian *severity* pada variabel 1 b adalah 50%.

$$S.I = \frac{\sum_{i=0}^4 (0 \times 0) + (1 \times 0) + (2 \times 2) + (3 \times 2)}{4(5)} \times 100\%$$

$$= 50\%$$

Hasil penilaian persepsi terhadap keparahan dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil Penilaian *likelihood index* dan *severity index*

Kode kegiatan	<i>Likelihood index(LI)</i>	<i>Rank</i>	<i>Severity Index (SI)</i>	<i>Rank</i>
1a	90%	4	25%	0
1b	60%	2	50%	2
1c	70%	3	25%	1
1d	75%	3	65%	2
1e	90%	4	15%	0
1f	55%	2	25%	1
1g	75%	3	35%	1
2a	70%	3	25%	1
2b	40%	1	15%	1
3a	30%	1	60%	2
3b	75%	3	40%	1
4a	75%	3	25%	1
4b	75%	3	25%	1
4c	90%	3	15%	0
4d	70%	3	15%	0

Tabel 4.9 Hasil Penilaian *likelihood index* dan *severity index* (lanjutan)

Kode kegiatan	<i>LI</i>	<i>Rank</i>	<i>SI</i>	<i>Rank</i>
4e	95%	4	10%	0
4f	70%	3	20%	0
5a	75%	3	15%	0
5b	85%	3	70%	3
5c	50%	2	60%	2
6a	75%	3	25%	1
6b	70%	3	25%	1
6c	70%	3	20%	0
6d	40%	1	5%	0
6e	70%	3	20%	0
6f	75%	3	20%	0
7a	55%	2	20%	0
8a	50%	2	20%	0
8b	70%	3	25%	1
9a	70%	3	20%	0
9b	95%	4	15%	0
10a	15%	0	90%	3
10b	25%	1	70%	3
10c	45%	2	45%	2
10d	30%	2	65%	3
10e	30%	1	65%	3
10f	75%	3	85%	4
10g	70%	3	20%	0
11a	45%	2	50%	2
11b	65%	3	45%	2
11c	50%	2	95%	4
11d	55%	2	45%	2
11e	50%	2	55%	2
11f	80%	3	40%	1
12a	80%	3	40%	1
12b	70%	3	25%	1
12c	90%	4	20%	0
12d	90%	4	20%	0
12e	75%	3	45%	2
13a	85%	3	25%	1
13b	75%	3	35%	1
13c	95%	4	25%	1
13d	95%	4	25%	1
13e	80%	3	40%	1
13f	75%	3	45%	2
13g	25%	3	65%	2
13h	80%	3	40%	1
13i	75%	3	15%	0
14a	95%	4	25%	1
14b	60%	2	20%	0

Tabel 4.9 Hasil Penilaian *likelihood index* dan *severity index* (lanjutan)

Kode kegiatan	LI	Rank	SI	Rank
14c	60%	2	20%	0
14d	80%	3	20%	0
14e	80%	3	20%	0
14f	55%	2	20%	0
14g	75%	3	45%	2
15a	60%	2	40%	2
15b	65%	3	40%	2
15c	15%	0	90%	4
15d	90%	4	30%	1
16a	60%	2	30%	1
16b	65%	3	20%	0
16c	70%	3	20%	0
17d	60%	2	20%	0
16e	60%	2	15%	0

Hasil rank didapat dari penggolongan *nilai likelihood index* dan *severity index* yang di sesuaikan dengan acuan (Davis dan Cosenza,1988) pada tabel dibawah ini;

Tabel 4.10 klasifikasi keparahan

No.	Kelas	Nilai
0	<i>Extremely Ineffective</i>	$0\% < S.I \leq 20\%$
1	<i>Ineffective</i>	$20\% < S.I \leq 40\%$
2	<i>Moderately Effective</i>	$40\% < S.I \leq 60\%$
3	<i>Very Effective</i>	$60\% < S.I \leq 80\%$
4	<i>Extremely Effective</i>	$80\% < S.I \leq 100\%$

Sebagai contoh kegiatan 1a memiliki nilai *likelihood index* 90%, dengan demikian penggolongan rank kegiatan tersebut termasuk pada rank 4 (*extremely effective*  $80\% < LI \leq 100\%$ ).

#### 4.5.3 Penggolongan Tingkat Risiko

Setelah didapat klasifikasi skala penilaian maka selanjutnya dilakukan penggolongan tingkat risiko dengan cara diplotkan pada tabel kategori matrik risiko dibawah ini

Tabel. 4.11 Matriks Risiko

Kemungkinan	Keparahan				
	Tidak Signifikan	Kecil	Sedang	Berat	Bencana
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
4 (Hampir Pasti terjadi)	T	T	E	E	E
3 (Sering terjadi)	S	T	T	E	E
2 (dapat terjadi)	R	S	T	E	E
1 (kadang-kadang)	R	R	S	T	E
0 (jarang sekali)	R	R	S	T	T

Keterangan:

E = Risiko Ekstrem - Kegiatan tidak boleh dilaksanakan atau dilanjutkan sampai risiko telah direduksi

T = Risiko Tinggi - Kegiatan tidak boleh dilaksanakan sampai risiko telah direduksi

S = Risiko Sedang - Perlu tindakan untuk mengurangi risiko, tetapi biaya pencegahan yang diperlukan harus diperhitungkan dengan teliti dan dibatasi

R = Risiko Rendah – Risiko dapat diterima pengendalian tambahan tambahan tidak diperlukan

Berdasarkan tabel 4.11, variabel kegiatan 1a memiliki nilai *likelihood index* 90% dengan rank 4 dan memiliki nilai *severity index* 20% dengan rank 0. Maka apabila diplotkan pada tabel matriks risiko pada tabel diatas variabel ini termasuk kedalam risiko tinggi “T” seperti yang di ilustrasikan pada tabel diberikut ini :

Tabel 4.12 Hasil Plot Matriks pada variabel 1a

Kemungkinan	Keparahan				
	Tidak Signifikan	Kecil	Sedang	Berat	Bencana
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
4 (Hampir Pasti terjadi)	T	T	E	E	E
3 (Sering terjadi)	S	T	T	E	E
2 (dapat terjadi)	R	S	T	E	E
1 (kadang-kadang)	R	R	S	T	E
0 (jarang sekali)	R	R	S	T	T

Untuk dapat melihat penggolongan peringkat risiko seluruh variabel dapat dilihat pada tabel 4.13;

Tabel 4.13 Hasil Penggolongan Matriks Risiko

Kode kegiatan	<i>Likelihood index(LI)</i>	<i>Rank</i>	<i>Severity Index (SI)</i>	<i>Rank</i>	Kategori Matriks
1a	90%	4	25%	0	T
1b	60%	2	50%	2	T
1c	70%	3	25%	1	T
1d	75%	3	65%	2	T
1e	90%	4	15%	0	T
1f	55%	2	25%	1	S
1g	75%	3	35%	1	T
2a	70%	3	25%	1	T
2b	40%	1	15%	1	R
3a	30%	1	60%	2	S
3b	75%	3	40%	1	T
4a	75%	3	25%	1	T
4b	75%	3	25%	1	T
4c	90%	3	15%	0	S
4d	70%	3	15%	0	S
4e	95%	4	10%	0	T
4f	70%	3	20%	0	S
5a	75%	3	15%	0	S
5b	95%	3	70%	3	E
5c	50%	2	60%	2	T
6a	75%	3	25%	1	T
6b	70%	3	25%	1	T
6c	70%	3	20%	0	S
6d	40%	1	5%	0	R
6e	70%	3	20%	0	S
6f	75%	3	20%	0	S
7a	55%	2	20%	0	R
8a	50%	2	20%	0	R
8b	70%	3	25%	1	S
9a	70%	3	20%	0	S
9b	95%	4	15%	0	T
10a	15%	0	90%	3	T
10b	25%	1	70%	3	T
10c	45%	2	45%	2	T
10d	30%	1	65%	3	T
10e	30%	1	65%	3	T
10f	75%	3	85%	4	E
10g	70%	3	20%	0	S
11a	45%	2	50%	2	T

Tabel 4.13 Hasil Penggolongan Matriks Risiko

Kode kegiatan	<i>Likelihood index(LI)</i>	<i>Rank</i>	<i>Severity Index (SI)</i>	<i>Rank</i>	Kategori Matriks
11b	65%	3	45%	2	T
11c	50%	2	95%	4	E
11d	55%	2	45%	2	T
11e	50%	2	55%	2	T
11f	80%	3	40%	1	T
12a	80%	3	40%	1	S
12b	70%	3	25%	1	S
12c	90%	4	20%	0	T
12d	90%	4	20%	0	T
12e	75%	3	45%	2	T
13a	85%	3	25%	1	S
13b	75%	3	35%	1	S
13c	95%	4	25%	1	T
13d	95%	4	25%	1	T
13e	80%	3	40%	1	T
13f	75%	3	45%	2	T
13g	25%	3	65%	2	T
13h	80%	3	40%	1	T
13i	75%	3	15%	0	S
14a	95%	4	25%	1	T
14b	60%	2	20%	0	R
14c	60%	2	20%	0	R
14d	80%	3	20%	0	R
14e	80%	3	20%	0	R
14f	55%	2	20%	0	R
14g	75%	3	45%	2	T
15a	60%	2	40%	2	T
15b	65%	3	40%	2	T
15c	15%	0	90%	4	T
15d	90%	4	30%	1	T
16a	60%	2	30%	1	S
16b	65%	3	20%	0	S
16c	70%	3	20%	0	S
16d	60%	2	20%	0	R
16e	60%	2	15%	0	R

Dari hasil penggolongan keseluruhan didapatkan beberapa variabel yang termasuk kedalam risiko ekstrim. Variabel-variabel tersebut adalah variabel kegiatan 5b,10F,dan 11c. variabel-variabel tersebut memiliki pengaruh yang dominan pada pelaksanaan proyek tersebut dan dianggap dominan, sehingga diperlukan analisis menggunakan metode *Bowtie* untuk mengetahui penyebab,dampak,dan control pada variabel tersebut.



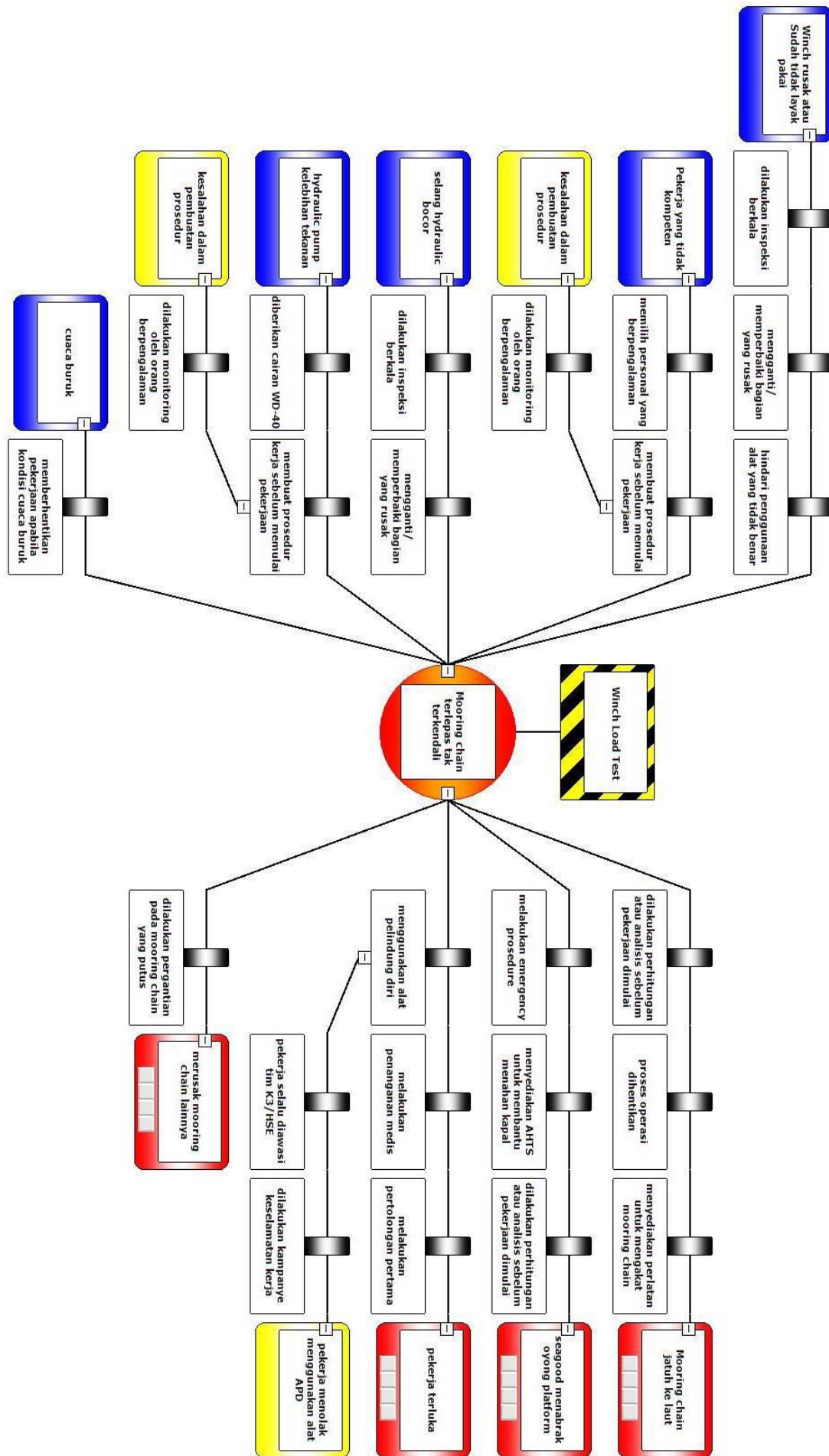
Tabel 4.14 Hasil Matriks Risiko

Kemungkinan	Keparahan					
	Tidak Signifikan	Kecil	Sedang	Berat	Bencana	
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	
4 (Hampir Pasti terjadi)	1a,1e,4e,9b,12c,12d,15d	13c,13d,14a,15d,	5b 10f 11c			
3 (Sering terjadi)	4c,4d,4f,5a,6c,6e,6f,9a,10g,13i,14d,14e,16b,16c	1c,1g,3a,4a,6a,6b,8b,11f,12a,12b,13a,13b,13e,13h				1d,11b,12e,13f,13g,14g,15b
2 (dapat terjadi)	7a,8a,14b,14c,14f,16d,16e	1f,16a				5c,10c,11a,11d,11e,15a
1 (kadang-kadang)	6d	2b	1b,3a,3b, 4b	10b,10d,10e		
0 (jarang sekali)				10a		15c

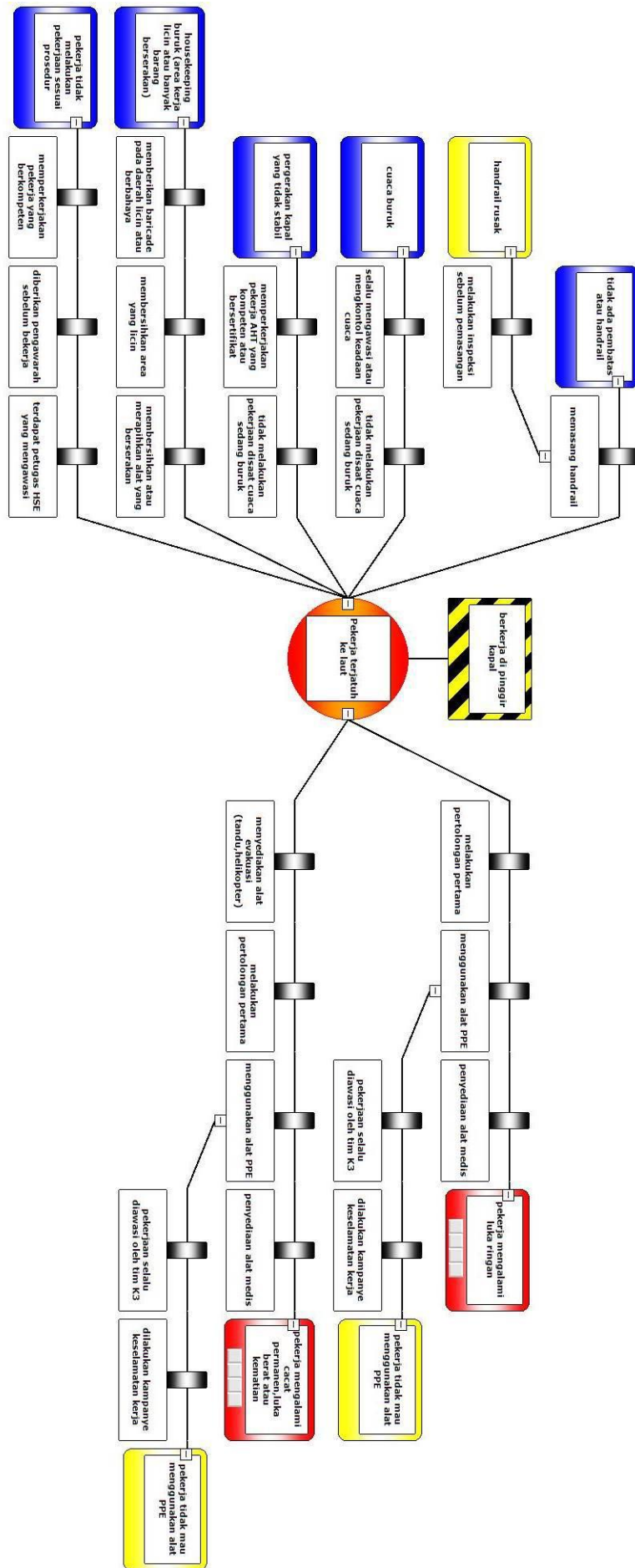
#### 4.6 Analisa dengan Menggunakan Metode *Bowtie*

Setelah mendapatkan variabel risiko dominan (ekstrim) dari hasil indentifikasi dan penilaian risiko maka selanjutnya dilakukan anilisis menggunakan metode *bowtie* untuk mengetahui penyebab, dampak dan kontrol pada setiap risiko ekstrim yang terjadi.

Berikut adalah diagram *bowtie* dapat dilihat pada gambar



Gambar 4.8 Diagram Bowtie 1 (Mooring chain putus tak terkendali)



Gambar 4.9 Diagram Bowtie 2(Pekerja Terjatuh)



Dari diagram bowtie 4.9 s/d 4.11 didapatkan variabel pencegahan dan variabel mitigasi pada setiap risiko yang ditinjau. Selanjutnya hasil tersebut akan disajikan dalam bentuk tabel, tabel tersebut dapat dilihat pada tabel 4.12 dan 4.13 dibawah ini ;

Tabel 4.12 Hasil Penyebab dan Pencegahan *Bowtie Analysis*

No	Risiko	Threat			Mitigasi Eskalasi
		Penyebab	Pencegahan	Faktor eskalasi	
1	Pekerja jatuh kelaut ( <i>man over board</i> )	1.Tidak ada pembatas( <i>handrail</i> )	Memasang handrail sebelum kegiatan dilakukan	Handrail rusak	Inspeksi sebelum pemasangan
		2. Cuaca buruk	Menghentikan pekerjaan	-	-
			Selalu Mengawasi dan mengontrol kondisi cuaca	-	-
		3.Pergerakan kapal tidak stabil (terjadi guncangan )	Memperkerjakan nahkoda dan pekerja AHTS yang berkompeten	-	-
			Menghentikan pekerjaan disaat cuaca buruk	-	-
		4. <i>Houskeeping</i> buruk	Memberikan <i>barricade</i> pada daerah licin atau berbahaya	-	-
			Membersihkan area yang licin	-	-
			Merapihkan atau menata alat yang berserakan	-	-
		5. Pekerja Ceroboh/ bekerja tidak sesuai prosedur	Diberikan pengarahan sebelum bekerja	-	-
			Memperkejakan pekerja yang berkompeten	-	-
			Terdapat petugas HSE yang mengawasi	-	-
2	Kebakaran	1. Pekerja tidak berkompeten/ceroboh	Pekerja harus memiliki pengalaman dan sertifikasi terkait pekerjaan tersebut	-	-
			Ada tim untuk mengawasi proses pemotongan	-	-
		2.Selang bocor	Lakukan inspeksi sebelum pekerjaan dimulai	-	-
			Mengganti atau memperbaiki selang yang rusak	-	-
		3. Api dari hasil pemotongan	Botol <i>oxygen arcetylin</i> diletakan berjarak 6 meter dari lokasi pemotongan	-	-

Tabel 4.12 Hasil Penyebab dan Pencegahan *Bowtie Analysis*( lanjutan)

No	Risiko	Threat		Faktor eskalasi	Pencegahan Eskalasi
		Penyebab	Pencegahan		
2	Kebakaran	3. api dari hasil pemotongan(lanjutan)	Memasang <i>flashback arrestor</i>	-	-
			Menyediakan <i>fire blanket</i>	-	-
		4. Terdapat peralatan/perlengkapan/ material yang mudah terbakar di dekat lokasi pemotongan	Menjauhkan peralatan yang mudah terbakar ke lokasi aman	-	-
			Memberi <i>barricade</i> dan rambu-rambu pada lokasi pemotongan	Pekerja tidak patuh	Ada tim HSE(K3) yang mengawasi
3	Mooring chain lepas tak terkendali	1. <i>Winch</i> rusak atau sudah tidak layak pakai	Inspeksi berkala	-	-
			Mengganti bagian yang mengalami kerusakan	-	-
			Hindari penggunaan alat yang tidak benar	-	-
		2. Pekerja yang tidak berkompeten atau ceroboh	Memilih pekerja yang berkompeten	-	-
			Membuat prosedur sebelum pengerjaan	Kesalahan perhitungan	Monitoring dengan tim ahli
		3. Selang hidrolik bocor	Dilakukan inspeksi berkala	-	-
			Mengganti atau memperbaiki selang yang bocor	-	-
		4. hidrolik pump kelebihan tekanan	Memberikan cairan WD-40	-	-
			Membuat prosedur kerja( analisa tegangan maksimum)	Kesalahan perhitungan	Monitoring dengan tim ahli
		5. cuaca buruk	Tidak melakukan kegiatan atau penundaan pekerjaan	-	-
			Selalu mengontrol dan mengawasi keadaan cuaca	-	-

Tabel 4.13 Hasil Dampak dan Mitigasi *Bowtie Analysis*

NO	Risiko	<i>consequences</i>		Faktor eskalasi	Pencegahan Eskalasi
		Dampak	Mitigasi		
1	Pekerja jatuh kelaut)	1. Pekerja mengalami luka ringan	Penggunaan APD	Pekerja menolak menggunakan alat APD	Pekerja selalu diawasi oleh tim K3/HSE
					Melakukan kampanye keselamatan kerja
		2. Pekerja mengalami cacat,luka berat atau kematian	Menyediakan alat medis	-	-
			Penggunaan APD	Pekerja menolak menggunakan alat APD	Pekerja selalu diawasi oleh tim K3/HSE
					Melakukan kampanye keselamatan kerja
			Penyediaan tim pertolongan pertama	-	-
2	Kebakaran	1. Pekerja luka ringan	Menyediakan alat medis	-	-
			Menyediakan alat evakuasi	-	-
			Penggunaan APD	Pekerja menolak menggunakan alat APD	Pekerja selalu diawasi oleh tim K3/HSE
					Melakukan kampanye keselamatan kerja
			Penyediaan tim pertolongan pertama	-	-
			Menyediakan alat medis	-	-

Tabel 4.13 Hasil Dampak dan Mitigasi *Bowtie Analysis* (lanjutan)

NO	Risiko	<i>consequences</i>		Faktor eskalasi	Pencegahan Eskalasi
		Dampak	Mitigasi		
2	Kebakaran	2. Pekerja luka berat atau cacat dan kematian	Penggunaan APD	Pekerja menolak menggunakan alat APD	Pekerja selalu diawasi oleh tim K3/HSE
					Melakukan kampanye keselamatan kerja
			Penyediaan tim pertolongan pertama	-	-
			Menyediakan alat medis	-	-
			Menyediakan alat evakuasi	-	-
		3. Kerugian pada asset	Menyediakan <i>fire fighting system</i> pada AHTS	-	-
		4. lingkungan disekitar area tercemar	-	-	-
3	<i>Mooring chain</i> putus tak terkendali	1. <i>Mooring chain</i> jatuh ke laut	Menyediakan peralatan untuk mengangkat <i>mooring chain</i> yang terjatuh	-	-
			Proses Operasi dihentikan	-	-
		2. Pekerja luka ringan	Penggunaan APD	Pekerja menolak menggunakan alat APD	Pekerja selalu diawasi oleh tim K3/HSE
					Melakukan kampanye keselamatan kerja



Tabel 4.13 Hasil Dampak dan Mitigasi *Bowtie Analysis*

No	Risiko	<i>consequences</i>		Faktor eskalasi	Mitigasi Eskalasi
		Dampak	Mitigasi		
3	<i>Mooring chain putus tak terkendali</i>	2. Pekerja luka ringan (lanjutan)	Penyediaan tim pertolongan pertama	-	-
			Menyediakan alat medis	-	-
		3. Pekerja luka berat atau cacat dan kematian	Penggunaan APD	-	-
			Penyediaan tim pertolongan pertama	-	-
			Menyediakan alat medis	-	-
			Menyediakan alat evakuasi	-	-
		4. Seagood menabrak Oyong <i>Platform</i>	Menyediakan AHTS (Anchor Handling Tug Supply)	-	-
			Menpersiapkan <i>Emergency Response</i>	-	-
		5. Merusak <i>Mooring Chain</i> lainnya	Mengganti mooring chain secepatnya	-	-

#### 4.6.1 Penjelasan Diagram Bowtie 1 Mooring Chain Terlepas Tidak Terkendali (5b)

Pada gambar diagram bowtie 1 adalah hasil analisis *bowtie* pada variable risiko *mooring chain* lepas tak terkendali. Pada diagram 1 didapatkan beberapa penyebab yang menimbulkan risiko tersebut, penyebab an antara lain :

##### A.) Penyebab dan pencegahan

##### 1. *Winch* rusak atau sudah tidak layak pakai

Untuk mengendalikan penyebab ini perlu dilakukan pencegahan antara lain :

##### a. Inspeksi berkala

Perlu dilakukan inspeksi berkala guna mengetahui *winch* yang akan digunakan masih sesuai dengan standard atau tidak.

##### b. Mengganti *part* apabila rusak

Pergantian part ini dilakukan apabila laporan dari inspeksi mengatakan ada bagian yang sudah tidak layak pakai sehingga perlu dilakukannya pergantian. Namun hal ini memiliki faktor eskalasi, faktor eskalasi adalah persediaan barang tidak ada, maka untuk pencegahan nya dapat dilakukan pengadaan barang beberapa bulan sebelum dilakukan pengerjaan

c. Hindari Penggunaan alat yang tidak benar

Penggunaan alat yang tidak benar atau tidak sesuai dengan prosedur dapat menyebabkan kerusakan pada *winch* tersebut.

2. Pekerja yang tidak kompeten

Untuk mengendalikan penyebab ini perlu dilakukan pencegahan antara lain :

a. Memilih pekerja yang kompeten

Untuk memilih pekerja yang berkompeten harus dilakukan pemilihan atau seleksi sesuai dengan pengalaman kerja dan pelatihan apa saja yang telah dilakukan

b. Membuat prosedur sebelum pengerjaan

Prosedur ini berguna untuk menjadi acuan bagi pekerja agar tidak melakukan pekerjaan yang tidak benar atau salah. Prosedur ini biasanya dibuat oleh tim yang ahli dibidang tersebut

3. Selang hidrolik bocor

Untuk mengendalikan penyebab ini perlu dilakukan beberapa hal, antara lain :

a. Dilakukan inspeksi berkala

Perlu dilakukan inspeksi atau pemeriksaan pada bagian selang hidrolik agar tidak terjadi kebocoran.

b. Mengganti atau memperbaiki selang

Apabila ditemukan kebocoran pada selang hidrolik, dianjurkan untuk menghentikan kegiatan dan melakukan perbaikan atau pergantian apabila selang tersebut sudah tidak dapat diperbaiki

4. hidrolik pump kelebihan tekanan

Untuk mengendalikan penyebab ini perlu dilakukan pencegahan, antara lain :

a. Memberikan cairan WD-40

Cairan ini adalah semacam pelumas yang berfungsi untuk mengurangi tekanan pada hidrolik *pump* tersebut

b. Membuat prosedur kerja

Pada prosedur kerja ini akan memberikan acuan pada pekerja mengenai batasan tekanan yang dapat diterima, sehingga pekerja akan menghentikan kegiatan atau mencegah agar tekanan tidak melebihi batas yang ditentukan. Eskalasi pada Kontrol ini adalah dapat saja terjadi salah perhitungan dalam pembuatan prosedur sehingga perlu adanya pemeriksaan kembali yang dilakukan oleh pekerja yang lebih ahli

## 5. Cuaca buruk

Untuk mengendalikan penyebab ini perlu dilakukan beberapa hal, antara lain :

### a. Menghentikan pekerjaan apabila kondisi cuaca buruk

Sebelum dilakukan pekerjaan, telah dilakukan perhitungan teknik mengenai batas cuaca yang diijinkan. Batas cuaca yang diijinkan sebagai berikut :

1. Angin < 20 knot
2. Gelombang < 1,5 m
3. Arus < 1 m/s

## B.) Dampak berserta mitigasi

### 1. *Mooring chain* jatuh ke laut

Putusnya *mooring chain* yang tidak terkendali akan mengakibatkan jatuhnya *mooring chain* tersebut kelaut. Apabila tidak segera diambil akan berdampak pada rusaknya ekosistem laut.

Untuk mengendalikan dampak tersebut perlu dilakukan mitigasi sebagai berikut:

### a. Menyediakan peralatan untuk mengangkat *mooring chain* yang terjatuh

Perlu disediakan alat untuk menarik *mooring chain* tersebut keatas *Accommodation Work Barge (AWB)*. Alat yang dibutuhkan antara lain dapat menggunakan ROV (Remotely Operated Underwater Vehicle) atau dapat juga dengan penyelam, alat derek atau alat angkat dan UBL(*Ultra-short Baseline*).

### b. Proses Operasi dihentikan

Melakukan pemberhentian sementara operasi atau pengerjaan lainnya, karena dengan putus nya salah satu *mooring chain* akan mengakibatkan *offside* dan membuat tegangan pada *mooring chain* lainnya bertambah.

### 2. Pekerja terluka

Hempasan dari *mooring chain* yang tidak terkendali dapat mengenai pekerja yang berada di dekat area tersebut. Untuk mengendalikan dampak tersebut perlu dilakukan mitigasi sebagai berikut;

### a. Menyediakan alat medis

Penyediaan peralatan medis dilakukan untuk mengobati luka ringan pada korban agar tidak semakin memburuk. Sebagai pertolongan pertama pada kecelakaan kotak P3K biasanya berisi kapas, pembalut gulung, pembalut steril, kasa steril, rol plester, plester cepat(hansaplast), alcohol, tisu pembersih, betadine, gunting, dan obat-obatan.

b. Melakukan pertolongan pertama

Penyediaan tim pertolongan pertama dilakukan guna menangani/mengobati korban secara cepat dan tanggap agar luka berat yang dialami korban tidak semakin memburuk dan korban terhindar dari bahaya kematian. Standart Jumlah petugas P3K menurut HSE (*First Aid*) dapat dilihat dalam tabel 4.14 berikut:

Tabel 4.15 Standard jumlah petugas P3K

Kategori Risiko	Jumlah Pekerja	Petugas P3K
Risiko Rendah	Diantara 50-200 pekerja	Orang yang ditunjuk paling sedikit 1 orang (paling tidak 1 orang untuk 200 pekerja)
Risiko Menengah	Diantara 20-100 pekerja	Orang yang ditunjuk paling sedikit 1 orang (paling tidak 1 orang untuk 100 pekerja)
Risiko Tinggi	Diantara 5-50 pekerja	Orang yang ditunjuk paling sedikit 1 orang (paling tidak 1 orang untuk 50 pekerja) 1 orang telah dilantik untuk kondisi darurat

c. Menggunakan alat pelindung diri atau PPE

*Personal Protective Equipment* (PPE) atau APD dalam HSE regulasi adalah semua peralatan yang melindungi pekerja selama bekerja. PPE ini berfungsi untuk mencegah atau mengurangi risiko kecelakaan kerja. PPE ini terdiri dari pelindung kepala (*helmet*), sarung tangan (*gloves*), pelindung mata (*eye protection*), pakaian yang bersifat reflective(*wearpack*), sepatu *safety*(*safety shoes*) , pelindung pendegaran (*hearing protection*) dan pelindung pernapasan (*masker*).

Eskalasi: alat pelindung diri tidak sesuai dengan standard atau terdapat kerusakan pada alat PPE, maka dari itu diperlukan inspeksi atau pemeriksaan berkala

### 3. Seagood Menabrak Oyong Platform

#### a. Menyediakan AHTS ( *Anchor Handling Tug Supply*)

Menyediakan AHTS ini diperlukan untuk menahan atau mendorong kapal agar ketika salah satu *mooring chain* putus pergerakan nya tidak terlalu jauh atau *offside*

#### b. Menpersiapkan *Emergency Response*

*Emergency response* ini harus disiapkan atau dilakukan latihan sebelumnya untuk meminimalkan risiko yang ada. Menyiapkan *lifeboat* untuk evakuasi disaat keadaan *emergency*.

### 4. Merusak *Mooring Chain* lainnya

Apabila salah satu *Mooring chain* mengalami kerusakan yang menimbulkan putus, maka hal ini akan berdampak pada *mooring chain* lainnya karena beban atau tegangan yang sebelum nya stabil akan berubah apabila salah satu dari *mooring chain* tersebut putus dan tegangan nya akan di terima oleh *mooring chain* yang lain. Berikut kontrol yang dapat dilakukan ;

#### a. Mengganti *mooring chain* secepatnya

Agar *mooring chain* lainnya tidak mengalami kerusakan yang besar karena menerima tegangan berlebih, harus dilakukan pergantian pada *mooring chain* yang putus secepatnya. Dan memberhentikan sementara proses pengerjaan lain nya

### 4.6.2 Diagram *Bowtie 2* Pekerja Jatuh Kelaut (10f)

Pada diagram *bowtie 2* ini diketuai bahwa risk nya adalah terjatuh nya pekerja kelaut. Dari hasil analisis *bowtie* ini diketahui bahwa penyebab dan dampak risiko ini adalah;

#### A.) Penyebab dan pencegahan

##### 1. Tidak ada pembatas atau *handrail*

Pemasangan *handrail* sangat diperlukan untuk mencegah pekerja yang melakukan pekerjaan dibagian sisi kapal tidak terjatuh ke laut. Berikut cara pencegahannya ;

#### a. Memasang *handrail* sebelum pekerjaan dilakukan

Eskalasi penyebab ini adalah *handrail* mengalami kerusakan maka dari itu diperlukan inspeksi terlebih dahulu

## 2. Cuaca buruk

Cuaca adalah salah satu faktor penyebab terjatuh nya pekerja ke laut, berikut cara untuk mencegah penyebab ini ;

### a. Tidak melakukan kegiatan atau berhenti bekerja

Sebelum dilakukan pekerjaan, telah dilakukan perhitungan teknik mengenai batas cuaca yang diijinkan. Batas cuaca yang diijinkan sebagai berikut :

1. Angin < 20 knot

2. Gelombang < 1,5 m

3. Arus < 1 m/s

### b. Selalu mengontrol atau mengawasi keadaan cuaca sekitar

keadaan cuaca sangatlah penting untuk keberhasilan atau pengerjaan proyek karena apabila terjadi cuaca buruk sangatlah berbahaya untuk melakukan pekerjaan. Maka dari itu perlu dilakukan pengawasan dengan keadaan cuaca.

## 3. Pergerakan kapal yang tidak stabil

Pergerakan kapal yang berlebihan dapat disebabkan oleh keadaan cuaca yang buruk atau melewati batas minimal. Berikut cara pencegahannya ;

### a. Memperkerjakan awak kapal dan nahkoda kapal yang berkompeten

memilih awak kapal dan nahkoda kapal yang memiliki sertifikat dibidang terkait , atau bisa juga dilihat dari pengalaman dan jam kerja

### b. Memberhentikan pekerjaan ketika cuaca buruk

Apabila terjadi cuaca yang termasuk golongan batas dari cuaca maksimal yang dapat dilakukan proses bekerja perlu dilakukan pemberhentian sementara pekerja.

## 4. *Housekeeping* yang buruk

### a. Merapihkan penempatan alat yang berserakan

Untuk mencegah jatuh nya pekerja kelaut salah satu nya merapihkan tempat kerja agar tidak tersandung peralatan kerja

### b. Memberikan *barricade* dan rambu-rambu keselamatan

Memasang *barricade* atau pembatas diperlukan untuk membatasi area kerja yang memiliki potensi bahaya terjatuh ke laut agar tidak banyak yang memasuki area

tersebut. Dan melakukan pemasangan rambu-rambu keselamatan rambu peringatan seperti hati-hati, hati-hati ketinggian lantai, hati-hati terjatuh, hati-hati terpeleset, hati-hati tersandung, dll. Serta larangan dalam melintas melebihi tepi pembatas. Arti warna pada rambu-rambu keselamatan menurut SPLN104:1993 dapat dilihat pada tabel 4.15 dibawah ini:

Tabel 4.16 Rambu-rambu

Warna keselamatan kerja	Arti	Contoh penggunaan
Merah	Stop, larangan	Tanda stop, stop darurat, tanda larangan
Biru	Perintah	Kewajiban untuk menggunakan alat pelindung diri
Kuning	Peringatan terhadap bahaya risiko	Tanda bahaya seperti kebakaran, ledakan, radiasi dll
Hijau	Keadaan aman	Arah jalan keluar, pintu darurat

Sumber (SPLN104:1993)

c. Membersihkan area yang licin

Terdapat beberapa kegiatan yang memerlukan cairan pelumas, cairan pelumas ini memiliki risiko pekerja terpeleset dan jatuh, maka dari itu perlu dilakukannya pembersihan pada area area yang terkena tumpahan pelumas.

5. Pekerja tidak melakukan pekerjaan sesuai dengan prosedur

a. Mempekerjakan pekerja yang berkompeten

Untuk memilih pekerja yang berkompeten harus dilakukan pemilihan atau seleksi sesuai dengan pengalaman kerja dan pelatihan apa saja yang telah dilakukan

b. Diberikan arahan atau *safety induction*

Biasanya pemberian *safety induction* dilakukan dengan melakukan *safety talk* guna menambah wawasan pengetahuan pekerja mengenai pekerjaan yang dihadapi dan bahayanya, serta upaya penanggulangannya; prosedur kerja yang benar, peralatan safety/APD

c. Terdapat petugas HSE (K3) untuk mengawasi para pekerja

para petugas HSE(K3) ini memiliki wewenang untuk memberhentikan pekerjaan apabila terdapat pekerja yang melakukan pekerjaan yang tidak sesuai dengan prosedur keselamatan

## B.) Dampak dan mitigasi

### 1. Pekerja mengalami luka ringan

#### a. Penggunaan APD

APD(PPE) yang digunakan pada saat pekerjaan diketinggian adalah helm proyek, sarung tangan, masker, *safety shoes*, *safety belt* dan pakaian kerja (*wearpack*). *Personal fall-arrest system*/ sistem penahan jatuh pribadi

Sistem ini terdiri dari 3 Komponen utama diantaranya:

i.) *Anchorage/Anchorage Connector* (Konektor)*Anchorage*: Sering disebut sebagai titik *tie-off*

ii.)*Body Wear* (Alat yang dipakai di Tubuh) *Body wear* Alat yang dipakai atau digunakan untuk penangkapan jatuh pada badan atau yang biasa disebut *Full Body Harness*

iii.)*Connecting Device* (Peralatan Penghubung) Sebuah peralatan /perangkat yang digunakan untuk menghubungkan *anchorage connector* dengan *body wear*.

Faktor eskalasi : pekerja menolak menggunakan APD, apabila ini terjadi maka dibutuhkan kampanye mengenai pentingnya menggunakan APD bagi keselamatan kerja, dan menempatkan petugas HSE untuk mengawasi pekerjaan

#### b. Penyediaan tim pertolongan pertama

Penyediaan tim pertolongan pertama ini guna menangani atau mengobati korban secara cepat untuk meminimalisir luka ringan korban tidak semakin memburuk

#### c. Menyediakan alat medis

Penyediaan peralatan medis dilakukan untuk mengobati luka ringan pada korban agar tidak semakin memburuk. Sebagai pertolongan pertama pada kecelakaan kotak P3K biasanya berisi kapas, pembalut gulung, pembalut steril, kasa steril, rol plester, plester cepat(hansaplast), alkohol, tisu pembersih, betadine, gunting, dan obat-obatan.

### 2. Pekerja mengalami cacat, luka berat atau kematian

#### a. Penggunaan APD



APD(PPE) yang digunakan pada saat pekerjaan diketinggian adalah helm proyek, sarung tangan, masker, *safety shoes*, *safety belt* dan pakaian kerja (*wearpack*). *Personal fall-arrest system*/ sistem penahan jatuh pribadi

Sistem ini terdiri dari 3 Komponen utama diantaranya:

- i.) *Anchorage/Anchorage Connector* (Konektor)*Anchorage*: Sering disebut sebagai titik *tie-off*
- ii.) *Body Wear* (Alat yang dipakai di Tubuh) *Body wear* Alat yang dipakai atau digunakan untuk penangkapan jatuh pada badan atau yang biasa disebut *Full Body Harness*
- iii.) *Connecting Device* (Peralatan Penghubung) Sebuah peralatan /perangkat yang digunakan untuk menghubungkan *anchorage connector* dengan *body wear*.

Faktor eskalasi : pekerja menolak menggunakan APD, apabila ini terjadi maka dibutuhkan kampanye mengenai pentingnya menggunakan APD bagi keselamatan kerja, dan menempatkan petugas HSE untuk mengawasi pekerjaan

b. Penyediaan tim pertolongan pertama

Penyediaan tim pertolongan pertama ini guna menangani atau mengobati korban secara cepat untuk meminimalisir luka ringan korban tidak semakin memburuk

c. Menyediakan alat medis

Penyediaan peralatan medis dilakukan untuk mengobati luka ringan pada korban agar tidak semakin memburuk. Sebagai pertolongan pertama pada kecelakaan kotak P3K biasanya berisi kapas, pembalut gulung, pembalut steril, kasa steril, rol plester, plester cepat(hansaplast), alkohol, tisu pembersih, betadine, gunting, dan obat-obatan.

d. Menyediakan alat evakuasi

apabila korban mengalami luka berat atau kematian, perlu dilakukan evakuasi terhadap korban. Dalam membantu proses evakuasi dibutuhkan tandu untuk mengangkat korban dari lokasi terjatuh nya hingga ke helikopter, dikarenakan letak dari lokasi pekerjaan ini di laut maka dibutuhkan helikopter untuk membawa korban ke rumah sakit terdekat.

#### 4.6.2 Diagram *Bowtie* 3 Terjadi Kebakaran (11c)

Pada diagram *bowtie* 2 ini diketahui bahwa risk nya adalah terjadi kebakaran karena hidro carbon *release* . Dari hasil analisis *bowtie* ini diketahui bahwa penyebab dan dampak risiko ini adalah;

#### A.) Penyebab dan pencegahan

##### 1. Pekerja tidak kompeten dan ceroboh

###### a. Pekerja harus memiliki pengalaman dan sertifikasi di pekerjaan ini

Untuk memilih pekerja yang berkompeten harus dilakukan pemilihan atau seleksi sesuai dengan pengalaman kerja dan pelatihan apa saja yang telah dilakukan

###### b. Ada tim atau pekerja yang mengawasi pemotongan

ketika melakukan pemotongan ada tim yang bertugas untuk mengawasi proses pemotongan tersebut berjalan sesuai prosedur yang telah dibuat

##### 2. Selang Bocor

Selang bocor sangat berisiko menimbulkan kebakaran, karena dari selang yang bocor ini mengeluarkan *hidro carbon* yang mudah terbakar. Maka dari itu perlu ada tindakan untuk menangani hal tersebut antarlain;

###### a. Melakukan inspeksi pada selang

inspeksi atau pemeriksaan dilakukan dua kali yaitu pada saat sebelum dilakukan nya pemotongan dan pada saat proses pemotongan.

###### b. Melakukan pergantian pada selang

apabila terdapat selang yang bocor maka pekerjaan haruslah diberhentikan sementara, untuk dilakukan pergantian pada selang yang bocor tersebut.

##### 3. Api dari hasil pemotongan dengan torch

###### a. Botol *oxygen acetylene* diletakan minimal berjarak 6 meter

Jarak dari botol atau tabung *oxygen acetylene* ini tidak boleh berjarak dekat dikarenakan termasuk jenis yang mudah terbakar. Percikan api hasil pemotongan sangatlah berbahaya apabila berada di lokasi pemotongan

###### b. Menyediakan *fire blanket*

*Fire blanket* (selimut apir) ini memiliki fungsi untuk memadamkan api apabila sudah terjadi sedikit kebakaran agar api tidak meluas atau menyebar

###### c. Memasang *flashback arrestor*

kegunaan *flashback arrestor* sendiri adalah untuk menahan arus balik atau nyala api agar tidak langsung merembet ke jalur suplai, sehingga alat ini di harapkan dapat menjadi pengaman untuk mencegah kerusakan alat juga mencegah terjadinya ledakan.

d. Menyediakan *fire extinguisher*

*Fire extinguisher* ini berguna untuk memadamkan kobaran api apabila percikan api dari hasil pemotongan mulai membesar dan berbahaya menjalar ke bagian yang mudah terbakar

4. Terdapat perlengkapan atau peralatan yang mudah meledak

a. Menjauhkan peralatan dan perlengkapan tersebut dari lokasi

Agar tidak terkena percikan api dari hasil pemotongan, alat dan perlengkapan yang mudah terbakar ini harus di pindahkan kedaerah yang aman dan mematikan sementara alat tersebut agar tidak dapat memicu ledakan atau kebakaran.

b. Memberi *barricade* dan rambu peringatan

Pada lokasi pemotongan ini harus dipasang *barricade* agar pekerja lain yang tidak berkepentingan tidak dapat memasuki area pemotongan , rambu peringatan ini berfungsi untuk memberikan informasi kepada pekerja lain kalau sedang terjadi aktifitas yang mudah memicu kebakaran.

B.) Dampak dan mitigasi

1. Pekerja luka ringan

a. Penggunaan APD

APD(PPE) yang digunakan pada saat pekerjaan pemotongan dengan *torch* adalah helm proyek, sarung tangan kulit, masker, *safety shoes*, *leather apron*, *welding goggles* dan pakaian kerja (*wearpack*).

Faktor eskalasi : pekerja menolak menggunakan APD, apabila ini terjadi maka dibutuhkan kampanye mengenai pentingnya menggunakan APD bagi keselamatan kerja, dan menempatkan petugas HSE untuk mengawasi pekerjaan

b. Penyediaan tim pertolongan pertama

Penyediaan tim pertolongan pertama ini guna menangani atau mengobati korban secara cepat untuk meminimalisir luka ringan korban tidak semakin memburuk

c. Menyediakan alat medis

Penyediaan peralatan medis dilakukan untuk mengobati luka ringan pada korban agar tidak semakin memburuk. Sebagai pertolongan pertama pada kecelakaan kotak P3K biasanya berisi kapas, pembalut gulung, pembalut steril, kasa steril, rol plester, plester cepat(hansaplast), alkohol, tisu pembersih, *betadine*, gunting, dan obat-obatan.

## 2. Pekerja luka berat atau cacat dan kematian

### a. Penggunaan APD

APD(PPE) yang digunakan pada saat pekerjaan pemotongan dengan *torch* adalah helm proyek, sarung tangan kulit, masker, *safety shoes*, *leather apron*, *welding goggles* dan pakaian kerja (*wearpack*).

Faktor eskalasi : pekerja menolak menggunakan APD, apabila ini terjadi maka dibutuhkan kampanye mengenai pentingnya menggunakan APD bagi keselamatan kerja, dan menempatkan petugas HSE untuk mengawasi pekerjaan

### b. Penyediaan tim pertolongan pertama

Penyediaan tim pertolongan pertama ini guna menangani atau mengobati korban secara cepat untuk meminimalisir luka ringan korban tidak semakin memburuk

### c. Menyediakan alat medis

Penyediaan peralatan medis dilakukan untuk mengobati luka ringan pada korban agar tidak semakin memburuk. Sebagai pertolongan pertama pada kecelakaan kotak P3K biasanya berisi kapas, pembalut gulung, pembalut steril, kasa steril, rol plester, plester cepat(hansaplast), alkohol, tisu pembersih, betadin, gunting, dan obat-obatan.

### d. Menyediakan alat evakuasi

apabila korban mengalami luka berat atau kematian, perlu dilakukan evakuasi terhadap korban. Dalam membantu proses evakuasi dibutuhkan tandu untuk mengangkat korban dari lokasi terjatuh nya hingga ke helikopter, dikarenakan letak dari lokasi pekerjaan ini di laut maka dibutuhkan helikopter untuk membawa korban ke rumah sakit terdekat.

## 3. Kerugian pada asset

Kebakaran ini dapat merusak peralatan, perlengkapan, bahkan bisa membakar kapal dan seluruh asset yang berada diatas kapal yang dapat menimbulkan kerugian yang besar bagi perusahaan.

### a. Menyediakan *fire fighting system* pada AHTS

*Fire fighting system hidran* disiapkan pada AHTS untuk memadamkan api untuk menyelamatkan asset yang ada.

#### 4. Lingkungan disekitar area tercemar

Apabila terjadi kebakaran maka salah satu dampaknya adalah lingkungan disekitar area akan tercemari oleh *oil spil* dan sisa asset yang terbakar. Pencemaran ini dapat merusak ekosistem laut dan membunuh biota laut di sekitar lokasi.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data dan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa;

1. Terdapat 3 risiko dominan yang termasuk dalam kategori risiko tinggi yaitu ; *mooring chain* lepas tak terkendali (5B), Pekerja terjatuh ke laut (10f) dan terjadi kebakaran (11c). Dari ketiga risiko tersebut variabel risiko 10f menjadi yang paling dominan dengan tingkat *likelihood* 3 dan tingkat *severity* 4
2. Penyebab terjadi nya pekerja terjatuh ke laut dan mitigasi pada kegiatan AHTS (*Anchor Handling Tug Supply*) merapat untuk *mooring chain replacement*, adalah sebagai berikut :
  - I. Penyebab : Tidak ada pembatas atau *handrail*  
Pencegahan : Memasang *handrail* sebelum pekerjaan dilakukan
  - II. Penyebab : Cuaca buruk  
Pencegahan : Tidak melakukan kegiatan atau berhenti bekerja, Selalu mengontrok dan mengawasi keadaan cuaca
  - III. Penyebab : Pergerakan kapal yang tidak stabil  
Pencegahan : Memperkerjakan awak kapal dan nahkoda kapal yang berkompeten, Memberhentikan pekerjaan ketika cuaca buruk
  - IV. Penyebab : *housekeeping* yang buruk  
Pencegahan : - Merapihkan penempatan alat yang berserakan, Memberikan *barricade* dan rambu-rambu keselamatan
  - V. Penyebab : Pekerja tidak melakukan pekerjaan sesuai dengan prosedur  
Pencegahan: - Diberikan arahan atau *safety induction*, Terdapat petugas HSE (K3) untuk mengawasi para pekerja
3. Dampak yang terjadi dan pengendaliannya
  - I. Dampak : Pekerja mengalami luka ringan  
mitigasi : Penggunaan APD, Penyediaan tim pertolongan pertama, Menyediakan alat medis
  - II. Dampak : Pekerja mengalami cacat, luka berat atau kematian

Mitigasi : Penggunaan APD, Penyediaan tim pertolongan pertama, Menyediakan alat medis, Menyediakan alat evakuasi

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian Tugas Akhir ini, berkaitan dengan analisis risiko kecelakaan kerja pada proyek *mooring chain replacement production barge* Seagood 101 adalah

1. Penggunaan metode analisis yang lain sehingga ada perbandingan, pembelajaran dan temuan lain yang berkaitan dengan *mooring chain replacement*
2. Menambahkan analisis risiko pada aspek reputasi perusahaan
3. Melakukan analisis risiko pada proyek *turnaround shutdown* Seagood 101 pada kegiatan selain *mooring chain replacement*.
4. Apabila melakukan metode survei, harus dilakukan dengan wawancara langsung dengan responden agar penulis dan responden memiliki persepsi yang sama.

## DAFTAR PUSTAKA

- ABS, 2013. *Job Safety Analysis for The Marine and Offshore Industries. American Bureau of Shipping*. Incorporated by Act of Legislature of the State of New York 1862.
- Al-Bahar, J., and Crandall, K. (1990). *Systematic Risk Management Approach for Construction Projects*. ASCE Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 116, No 3, pp. 533-546.
- Ali, Asraf, (2013), Identifikasi dan Respon Risiko pada Proyek Pembangunan Jembatan Penghubung Terminal Multipurpose Teluk Lamong Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya Paket C Dari Persepsi Kontraktor. Surabaya: ITS Surabaya.
- API-RP-2SK Design and Analysis of Stationkeeping Systems for Floating Structures 3rd Edition October 2005
- AS/NZS 4360:1999 Risk Management
- Astuti, Fadhilah Winda Dwi .2017. Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Bowtie Pada Proyek One Galaxy Surabaya. Surabaya: ITS
- BPJS,2016, Jumlah Kecelakaan Kerja di Indonesia Masih Tinggi, [www.bpjsketenagakerjaan.go.id](http://www.bpjsketenagakerjaan.go.id)
- Darmawi, Herman. 2008. Manajemen Risiko. Edisi 1. Jakarta: Bumi Aksara
- Davis & Cosenza. 1988. *Business Research for Decision-Making.PWO*. Kent Publishing, Boston.
- Depnakertrans R.I. 2008. Petunjuk Teknis Penyelenggaraan Pelayanan Kesehatan Kerja. Jakarta.
- Djohanputro, B. 2008. Manajemen Risiko Korporat. Pendidikan dan Pembinaan Manajemen, Jakarta.
- First Aid at work The Health and Safety (First-Aid) Regulations 1981,HSE.
- Fisk. 1997. Strategic Safety Management in Construction and Engineering By Patrick X. W. Zou, Riza Yosia Sunindijo John Wiley & Sons, Jun 15, 2015.
- Gifford, M., Gilttert, S. And Bernes, I., 2003. *Bow-Tie Analysis. Equipment Safety Assurance Symposium (ESAS)*.



- Halib M, Ghazali Z, Nordin S. 2010. *Plant Turnaround Maintenance in Malaysian Petrochemical Industries: A Study On Organizational Size And Structuring Processes. Petrochemical Industries*, vol.9
- IMO 2005a. *IMO Model Course 1.33. Safety of Fishing Operations (Support Level)*. 2005 Edition. *Course + Compendium*. London.
- Keown, Arthur J., et al., 2000. *Basic Financial Management*. Alih Bahasa, Chaerul D. dan Dwi Sulisyorini, Dasar-Dasar Manajemen Keuangan, Buku Kedua, Salemba Empat, Jakarta.
- Kerja OHSAS 18001. Jakarta: Dian Rakyat.
- KNKT, Ditjen KLPP . 2009. Rekapitulasi Kecelakaan Kapal
- Lewis, S., Smith, K. 2010. *Lessons Learned from Real World Application of the Bow-tie Method*. Prepared for Presentation at American Institute of Chemical Engineers - 6th Global Congress on Process Safety San Antonio
- Lincoln JM, Diana S Hudson, George A Conway, Rachel Pescatore. 2002. *Proceedings of the International Fishing Industry Safety and Health Conference. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Occupational Health Program, Department of Environmental Health, Harvard School of Public Health. Massachusetts, U.S.A.*
- Long, at all. 2008. *Delay and Cost Overruns in Vietnam Large Construction Projects: A Comparison with Other Selected Countries*. Korean Society of Civil Engineers.
- Loosemore, M., Raftery, J., Reilly, C., and Higgon, D., 2006. *Risk Management in Projects*. London: Routledge.
- Mahandeka, Rendana. 2015. Analisis Perencanaan Proyek Berbasis Risiko: Wooden Sailing Boat Project Maritime Challenge ITS. Surabaya: ITS.
- OHS Risk Management, Dian Rakyat, Jakarta.
- OHSAS 18001:2007. *Occupational Health and Safety Assessment Series. OH&S Safety Management Systems Requirements*.
- OHSAS 18002:2000. *Occupational and Health Safety Management System Guideline*.
- Paulsson Ingemar. 1999. *Risk Assessment and Safe Operations Application or Risk Assessment Tools in the ISM Process*. SSPA Sweden AB. Goteborg.
- Ramli, S. 2010. Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan.

- Ramli, Soehatman, (2010) Pedoman praktis Manajemen Risiko dalam prespektif K3
- Rosyid, D. M., 2007, Pengantar Rekayasa Keandalan, Airlangga University Press, Surabaya.
- Rheindbolt, P. 2010. *Bow-tie Risk Analysis*. Det Norske Veritas. Instituto De Ingenieros De Minas Del Peru.
- Sabdoadi. 1981. Pencegahan Kecelakaan Kerja di Industri [pidato pengukuhan]. Surabaya: Fakultas Kedokteran. Surabaya. Universitas Airlangga.
- Shariff, S.M. 2007. *Occupational Safety and Health Management*. University Publication. Centre (UPENA). Universiti Teknologi MARA,
- Shen, L.Y., Wu, G.W.C., and Ng, C.S.K. 2001. *Risk Assessment for Construction Joint Ventures in China*, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol. 127, No. 1, 76-81.
- Silalahi, Bennet dan Rumondang Silalahi. 1995. Manajemen keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta: PT Pustaka Bina Mandiri Prestindo Tbk.
- Silvianita, Khamidi, Mohd. Faris, dan Kurian, V. J. *An Application of Fault Tree Analysis for Mobile Mooring System*. Malaysia.
- Subrata K. Chakrabarti (ed.)-*Handbook Offshore Engineering vol 1-Elsevier* (2005).
- Suma'mur S. 2014. Kesehatan Kerja dalam Perspektif Hiperkes & Keselamatan Kerja  
Sumber: *UE – Guidelines* (2004).
- Syukri Sahab. 1997. Teknik Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta: PT. Bina Sumber Daya Manusia.
- Vaughan, Emmet J. and Curtis M. Elliot 1996. *Fundamentals of Risk and Insurance*. New York: John Willey & Sons, Inc.



## **LAMPIRAN A**

### **DATA KAPAL YANG DIGUNAKAN**

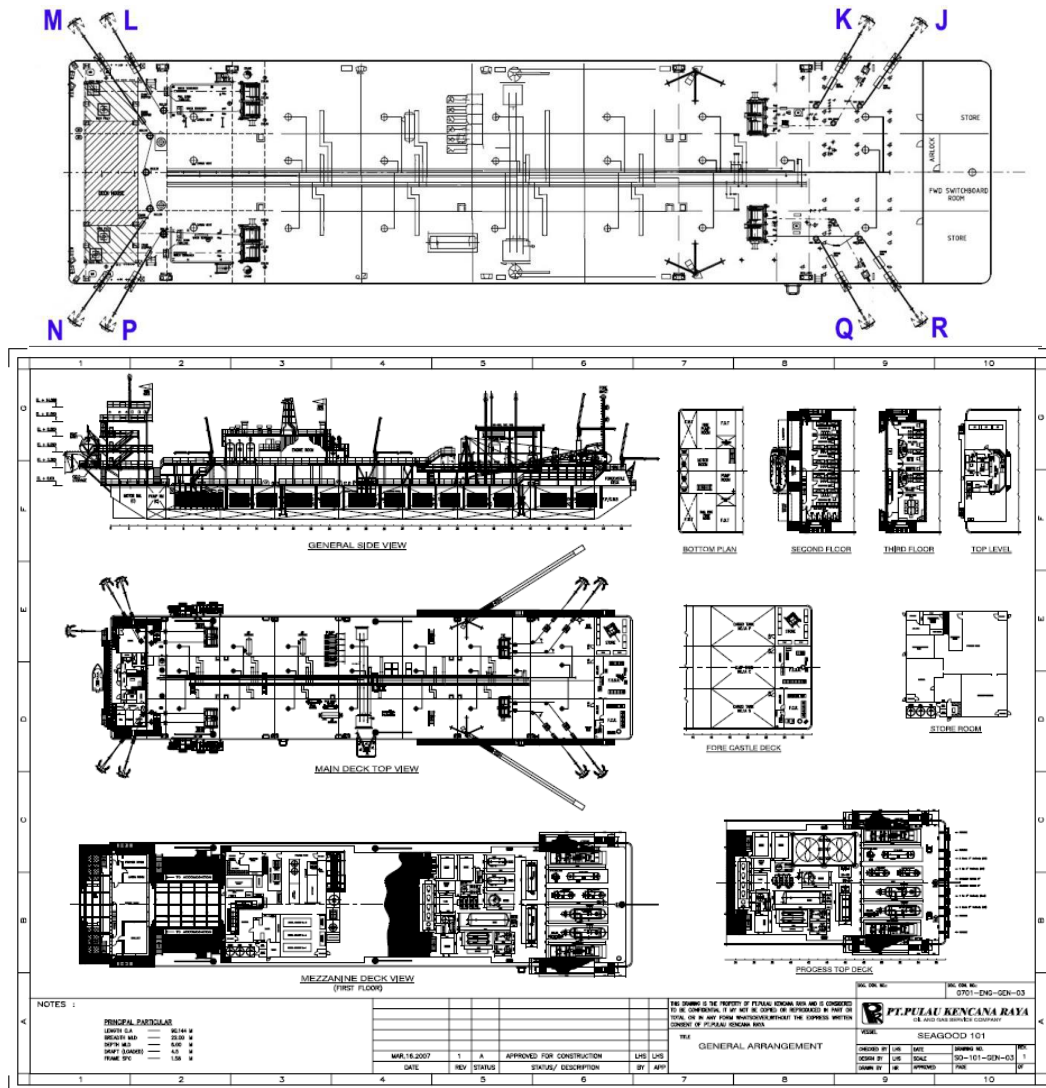
# Seagood 101

## Main Description

Name : SEA-GOOD 101  
 Type : Floating Production Storage and Offloading  
 Classification : BV  
 Class Number : 9836495  
 Year Built : 1997  
 Call Sign : POMF  
 Official Registry Number : No.2685 KA  
 Flag / Port of Registry : Indonesia / Jakarta  
 Date of Registry : 21/3/2012  
 Class Notification : A1. Floating Offshore Installation (FOI)  
 Builder : Guangxi Wuzhou Shipyard, China  
 Owner : PT. Apexindo Pratama Duta Tbk.

## Measurement

Length Overall : 93.90 m  
 Breadth Moulded : 22.00 m  
 Depth Moulded : 6.00 m  
 Design/Assumed Draft : 2.40 m  
 Maximum Draft : 4.50 m  
 Lightship Weight : 3774.56 tons  
 Lightship VCG : 8.091 m above baseline  
 Lightship LCG : 0.893 m aft of midship  
 Vessel heading from True North : 112 degree



## Anchor Handling Tug Supply (ERA INDONESIA)

		<b>ERA INDONESIA</b>  <b>ANCHOR HANDLING TUG SUPPLY</b> <b>5150 BHP CLASS</b>  Tow and support drilling activities, transport liquid products and deck cargo to drilling rigs, production platforms, pipe laying barges, and drillship. Performs Anchor Handling job and Safety Standby Service function with fire fighting class 1.
<b>PRINCIPAL PARTICULARS:</b>		<b>DECK MACHINERY AND MOORING:</b>
Year Built : 2009 Classification : RINA Flag / Registry : Indonesia / Jakarta Call Sign / IMO No. : PNOF / 9534949 Construction : Steel Length Overall : 58.70 m Breadth : 14.60 m Depth : 5.50 m Loaded Draft : 4.76 m GRT / NRT : 1444 / 433 Tons Bollard Pull : 71 Tons	Tugger Winches : 2 x 10 Tons @ 15m/min Mentrade Capstans : 2 x 5 Tons @ 15m/min Mentrade Deck Crane : 1 x 2 Tons @ 12 m Jjiangyin Anchor Windlass : 2 x 10 Tons @ 12m/min Mentrade Towing/Anchor Handling Winch : Double Drum Waterfall Mentrade 150 Tons Line Pull, : 200 Tons Brake Holding - Towing Wire : 1 x 1000 m x Ø 56 mm wire - Anchor Handling Wire : 1 x 500 m x Ø 56 mm wire Shark Jaw : 200 Tons O/WL Mentrade Towing Pins : 200 Tons O/WL Mentrade Stem Roller : Ø 1.8 m x 5.0 m, 200 Tons O/WL	
<b>MACHINERY AND PROPULSION:</b>		<b>COMMUNICATION AND NAVIGATION:</b>
Main Engines : 2 x 2575 HP Caterpillar 3516B Total 5150 BHP @ 1500 RPM Gearbox : 2 x Reintjes LAF 873 LAF (7.526 : 1) Aux. Engines : 3 x 514 HP Caterpillar C18 @ 1500 RPM Emergency Generator : 1 x 90 HP Caterpillar C4.4 DITA @ 1500 RPM Propulsion : CPP In Kort Nozzles Bow Thruster : 1 x 8 Tons Kawasaki KT 55B3	GCB : Furuno FD-2571C GPD : Koden KGP-920 VHF : Furuno FD-88000 Radar : Furuno FR-2117, FAR-1942 MK2 Echo Sounder : Furuno FE-700 Navtex : Furuno NX-700A AIS : Furuno FA-150 Inmarsat : Furuno Felcom-15 Satellite Telephone : Indium Gallor GT-4120 GMDSS : Type A1+A2+A3	
<b>CARGO CAPACITIES:</b>		<b>OTHERS:</b>
Clear Deck Space : 360 m <sup>3</sup> (30 m x 12 m) Fuel Oil : 473 m <sup>3</sup> Fresh Water : 230 m <sup>3</sup> Drill Water : 466 m <sup>3</sup> Dry Bulk/Cement : 187 m <sup>3</sup> (4 tanks) Liquid Mud* : 259 m <sup>3</sup> (2 tanks) Brine* : 259 m <sup>3</sup> (2 tanks) Base Oil* : 259 m <sup>3</sup> (2 tanks) *Interchangeable (see tank capacities plan for details)	Accommodation : 42 Persons Life Giving and Fire Fighting Equipment : As per SOLAS requirements External Fire Fighting : Fire Fighting Class 1 - Fire pump : 2 x 1530 m <sup>3</sup> /hr @ 120 m head - Fire monitor : 2 x 1200 m <sup>3</sup> /hr	



## Accommodation Work Barge (STORK)



### GENERAL

Type of Vessel	: Accommodation Work Barge
Flag	: Indonesia
Class	: BKI
Port of Registry	: Jakarta
Year Built	: 2012, Accom. Construc. 2013
Call Sign	: JZXQ
MMSI No.	: 525019666

### DIMENSIONS

Length	: 76.20 Metres (250')
Width	: 24.40 Metres (80')
Depth	: 4.88 Metres (16')
Gross Tonnage	: 3,293 Tons
Net Tonnage	: 988 Tons

### DECK CRANE

: Crane not Available  
( Main Deck Strength capable for Crane 300 Tons )

### TANK CAPACITY (c/w coverdam)

Fuel Oil Tank	: 310,000 Litres (Double Skin)
Fresh Water Tank	: 755,000 Litres (Hard Cement Coating)
Ballast Tank	: 1,100,000 Litres (Ballast Distribution System)
Sewage Tank	: 100,000 Litres (Sewage Treatment System)
Sludge Tank	: 104,000 Litres (Sludge Treatment System)

### ENGINE ROOM (Below Main Deck Double Bottom)

Main Generator Set	: 3 units x 635 KVA, 3P, 50 Hz, 220/380 V "Mitsubishi" S6R2 PTA c/w Synchronize System Power Output. - Synchronizing, Load Sharing. - Generator Protect : Over Current, Reverse Power - Engine Protect : L O P, Temperature, Over Speed - Load Monitor
Emergency Genset	: 1 unit x 180 KVA (145 KW), 3P, 50 Hz, 220/380 V "Perkins" : 1 unit x 70 KVA, 3P, 50 Hz, 220/380 V "Mitsubishi"
Hydraulic Prime Mover Engine	: 2 units x Mitsubishi S6R PTA / 555 KW/1500 RPM
Fire Pump Engine	: 2 units x Mitsubishi S6B3 PTA / 360 KW

### MOORING SYSTEM

: **Total 8 points Mooring Winch**  
**c/w Operating Control Room w/ spool**  
**4 units Double Drum Hydraulic Mooring**  
**System :**  
8 x wire rope IWRC dia. 38 mm x 1000 mtr  
5 Tons Flipper Delta Anchor  
Fixed Tension Meter  
Pulling Speed = 67 mtr/minute  
Pulling Capacity = 45 Ton

### ACCOMMODATION

**Total 239 persons** (Fully Air Conditioned)

3 Cabins x 1 person	: 3 (c/w shower/toilet)
2 Cabins x 2 persons	: 4 (c/w shower/toilet)
8 Cabins x 2 persons	: 16
3 Cabins x 4 persons	: 12 (c/w shower/toilet)
45 Cabins x 4 persons	: 180
4 Cabins x 6 persons	: 24

### COMM. / NAVIGATION

SSB Radio	: SAMYUNG SRG 3150DN MF/HF Radio
VHF Marine Radio	: 1 units Samyung STR 600A GMDSS 1 unit VHF Marine
Handy Talkie Radio	: Standard HX350S - 8 sets
Wind Speed Indicator	: 1 unit RM Young Wind Anemometer
GPS	: 1 unit Furuno GP 31 S
Radar	: 1 unit Furuno 1935 10" Color LCD
EPHIB	: 1 unit MCMURDO
SART	: 1 unit MCMURDO SART S4
Navigation Warning Syst.	: MCMURDO NAVTEX NAV 5 PUS
Paging System	: Complete Set TOA
Satellite Mobile Phone	: 1 unit ACES BYRU
Satellite Telecommunication	: VSAT Telp, Fax & Email.

### FIRE FIGHTING EQUIPMENT

Fire Water Monitor	: 2 units
Fire Pump	: 2 units x Tonshima 200 x 150 cap. 700 m3 /hr
Foam Tank	: 1 unit
Fire Hose Station	: 7 units
Portable Fire Extinguisher	: 45 units
Fire Alarm System	: Heat & Smoke Detector
Portable Gas Detector	: 2 units
Fireman Suits & SCBA	: 2 sets c/w 4 spare units bottles O2
Engine Room protected by CO2 System	
Sprinkle System at Accommodation Block	
Emergency Shutdown Electric Panel at each Floor Accom.	
Emergency Shutdown Engine at outside Engine Room	
Emergency Shutdown Fuel Oil at Engine Room	

### SAFETY & SURVIVAL EQUIPMENT

Life Rafts	: Cap. 500 persons
Life Jackets	: 425 pcs
Life Buoy	: 25 units
Stretcher	: 1 unit
Work Vest	: 30 pcs
Oxygen Respirator	: 8 bottles
Rescue Boat c/w Engine 25 HP Yamaha	: 2 unit cap. 6 prs

**LAMPIRAN B**  
**DATA *MOORING CHAIN***



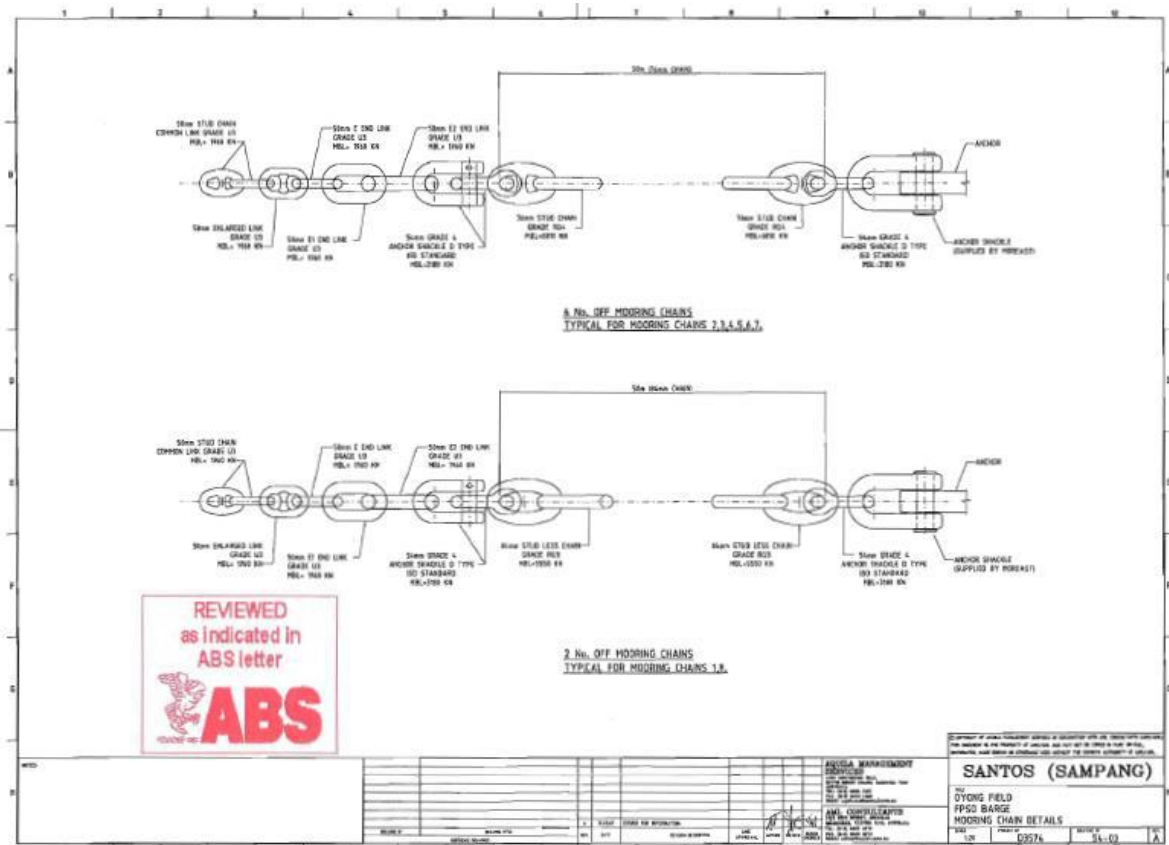
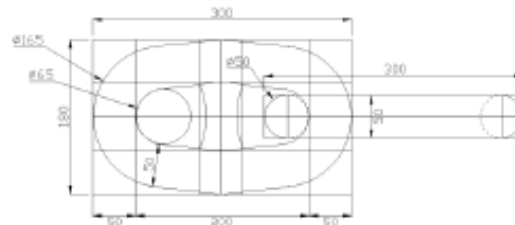
## 2.2 Mooring Details

### SEA-GOOD 101 Mooring Chain Particulars:

- Mooring Chains 2 - 7 (i.e. mooring K,L,M,N,P and Q):
  - 50mm stud link Grade U3 (minimum breaking load 200T) connected to 76mm chain with a joiner shackle (refer drawings No. S4-03 Rev A for details).
- Mooring chains 1 & 8 (i.e. mooring J and R):
  - 50mm stud link Grade U3 (minimum breaking load 200T) connected to 84mm chain with a joiner shackle (refer drawing No. S4-03 Rev A for details).

Mooring chain common link particular are as follow:

Type = Stud link Chain  
Dia. = 50 mm  
Grade = U3  
Breaking Load = 1810 kN  
(including 2mm corrosion allowance)



#### **4.7. OPERATIONAL WEATHER CRITERIA**

The limitations of weather would vary accordingly to the phase of work being executed. Daily weather forecast will be obtained from the Accommodation Work Barge or through fax sent to field by client and this will be accessed to arrive at decision to start/stop/or change or plan accordingly by the Mooring Master after discussion with the client representative.

Based on Oyong Terminal Handbook, the replacement working shall be on HOLD or POSTPONED for seas above maximum allowed condition below:

Max wave : > 2 m

Max wind : > 20 knots

Max current : > 3 knots

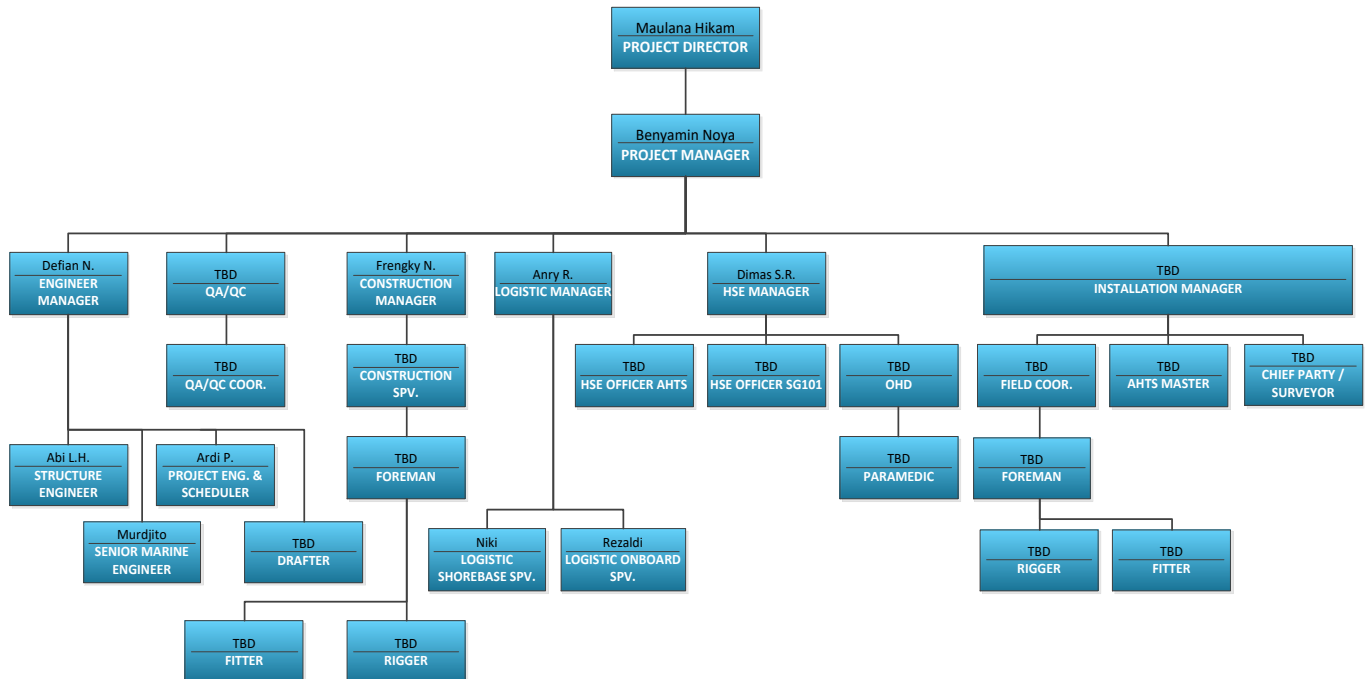
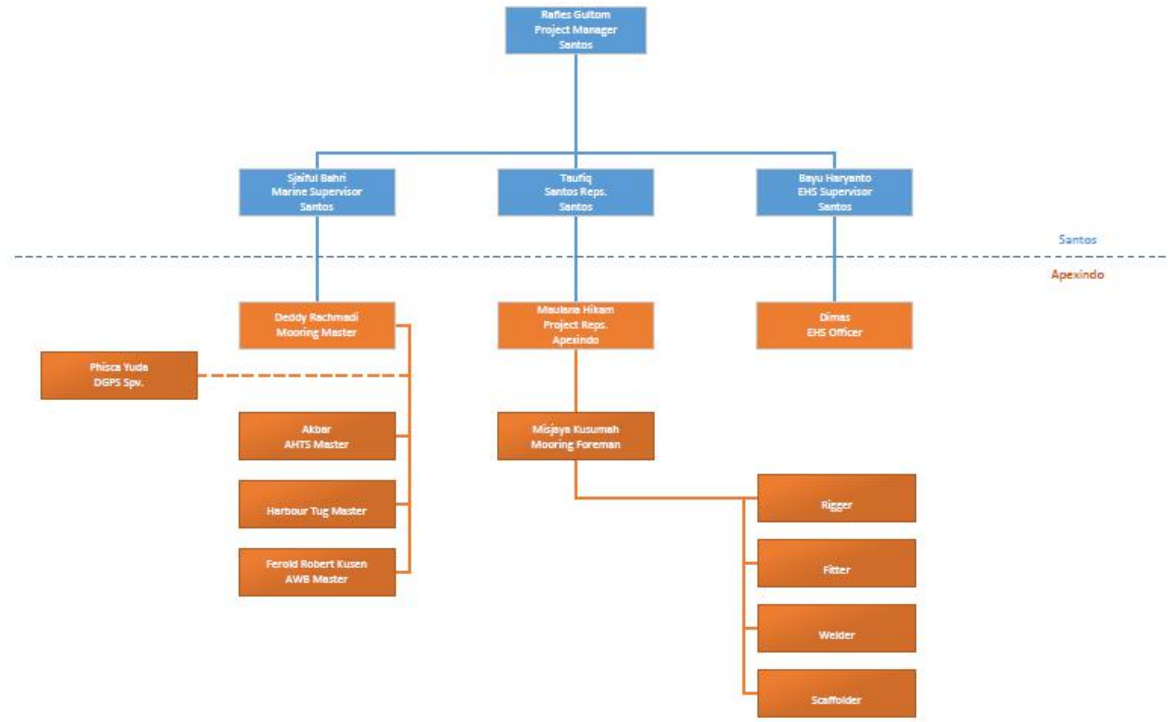
Weather study has been developed by Apexindo incorporated with Badan Meteorologi, Klimatologi, and Geofisika which can be referred to Report Final Metocean Design Criteria – Study for The Oyong Field and Pipelines Routes in The Madura Strait.

**LAMPIRAN C**  
***BAGAN ORGANISASI***

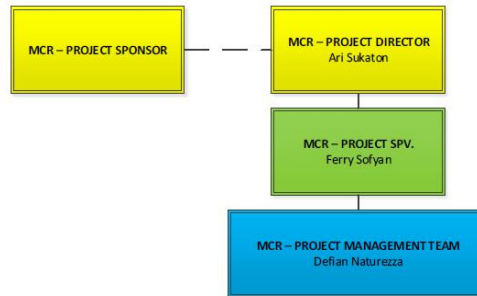
## Bagan Organisasi *Mooring Chain Replacement Production Barge Seagood 101*



ORGANIZATION CHART – MOORING CHAIN REPLACEMENT  
PRODUCTION BARGE SEAGOOD 101



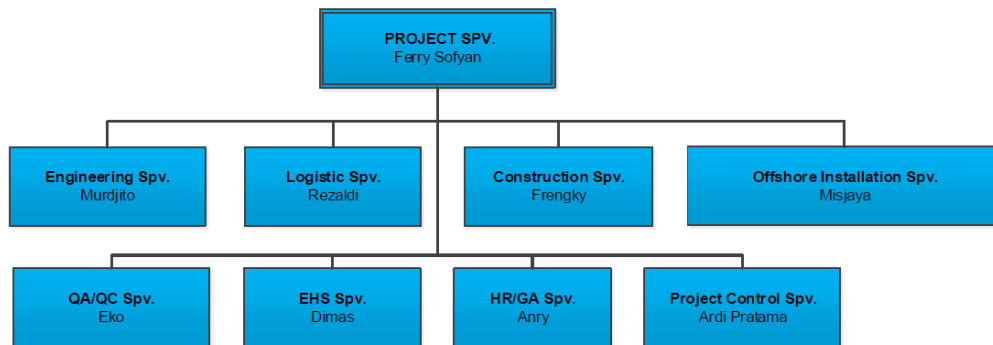
### 3.2 Overall Project Management Team



Organization Chart and Human Resources Management Plan  
PT Apexindo Pratama Duta Tbk.

"Uncontrolled Copy when printed"

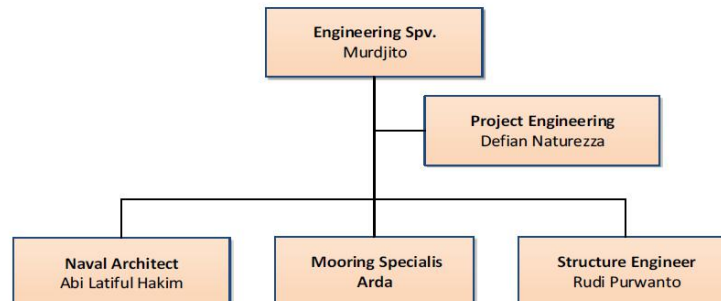
### 3.3 Project Management Team



Organization Chart and Human Resources Management Plan  
PT Apexindo Pratama Duta Tbk.

"Uncontrolled Copy when printed"

### 3.4 Engineering Team



**LAMPIRAN D**  
**DATA RESPONDEN**

### 1.Responden Pertama

1	Nama	: Abi Latiful Hakim
2	Alamat	: Jakarta
3	No. Telp.	: 085733570092
4	Jabatan	: Marine Engineer
5	Pendidikan Terakhir	: S-1
6	Lama Bekerja	: 5 Tahun
7	Pengalaman Proyek	: <i>attached on CV</i>

### 2.Responden Ke Dua

- 1 Nama : Maulana Hikam
- 2 Alamat : Jakarta
- 3 No. Telp. : 081233397624
- 4 Jabatan : Project Leader
- 5 Pendidikan Terakhir : S-1
- 6 Lama Bekerja : 5 Tahun
- 7 Pengalaman Proyek : *attached on CV*

### 3.Responden Ke Tiga

- 1 Nama : Defian Naturezza
- 2 Alamat : Jakarta
- 3 No. Telp. : 081393000040
- 4 Jabatan : Project Engineer
- 5 Pendidikan Terakhir : S-1
- 6 Lama Bekerja : 4 Tahun
- 7 Pengalaman Proyek : *attached on CV*

### 4. Responden Ke Empat

- 1 Nama : Arda
- 2 Alamat : Jakarta
- 3 No. Telp. : 081317773104 /  
081908236749
- 4 Jabatan : Marine Engineer
- 5 Pendidikan Terakhir : S-1
- 6 Lama Bekerja : 5 Tahun
- 7 Pengalaman Proyek : *attached on CV*

## 5. Responden Ke Lima

- 1 Nama : Ardi Pratama
- 2 Alamat : Jakarta
- 3 No. Telp. : 08563529030
- 4 Jabatan : Project Control
- 5 Pendidikan Terakhir : S-1
- 6 Lama Bekerja : 3 Tahun
- 7 Pengalaman Proyek : *attached on CV*



**LAMPIRAN E**

**KUESIONER SURVEI *LIKELIHOOD* & *SEVERITY***

# **KUESIONER SURVEI *LIKELIHOOD & SEVERITY***

## **Judul Tugas Akhir :**

ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA MENGGUNAKAN METODE *BOW-TIE*  
PADA PROYEK *MOORING CHAIN REPLACEMENT OF PRODUCTION BARGE*  
*SEAGOOD 101*

## **Disusun Oleh :**

Robby Guntara  
4313100065



## **Ditujukan Kepada:**

PT Apexindo Pratama Duta Tbk

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**

## 1. PENDAHULUAN

Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan hal yang sangat penting dalam setiap pelaksanaan kegiatan kerja, terutama dalam sektor pengerjaan proyek bangunan lepas pantai karena dalam pelaksanaannya sangat rentan terhadap risiko kecelakaan kerja. Sehingga sangat diperlukan adanya suatu penanganan, agar jumlah angka kecelakaan kerja dalam suatu proyek konstruksi tidak semakin mengalami peningkatan. Maka pada penelitian tugas akhir ini saya akan meneliti mengenai kemungkinan risiko-risiko kecelakaan kerja yang dominan dapat terjadi pada proyek *mooring chain replacement Seagood 101*.

## 2. TUJUAN SURVEI

Survei utama bertujuan untuk memperoleh data kemungkinan kejadian (*likelihood*) serta tingkat keparahan (*severity*) dari risiko kecelakaan kerja sehingga hasil variabel tersebut dapat menjadi acuan dalam penentuan tingkat risiko kemungkinan kecelakaan kerja pada Proyek ini.

## 3. RESPONDEN

Kuesioner pada survei utama ini ditujukan kepada pihak yang berhubungan langsung dengan proyek *mooring chain replacement Seagood 101*.

## 4. KERAHASIAAN INFORMASI

Data responden dan informasi yang diberikan dalam kuesioner ini dijamin kerahasiaannya dan hanya dipakai untuk keperluan penelitian Tugas Akhir. Sehingga diharapkan kepada para responden untuk dapat mengisi kuesioner ini dengan objektif dan sejujur-jujurnya.

Saya menyampaikan terima kasih atas ketersediaan Bapak/Ibu sebagai responden untuk mengisi kuesioner survey pendahuluan ini. Saya sebagai peneliti berharap Bapak/Ibu tidak keberatan untuk dihubungi kembali apabila terdapat kekeliruan dalam pengisian kuesioner ataupun apabila peneliti membutuhkan data dan keterangan tambahan sehubungan dengan penelitian ini.

## 5. PROFIL RESPONDEN

- |   |                     |                         |
|---|---------------------|-------------------------|
| 1 | Nama                | : Abi Latiful Hakim     |
| 2 | Alamat              | : Jakarta               |
| 3 | No. Telp.           | : 085733570092          |
| 4 | Jabatan             | : Marine Engineer       |
| 5 | Pendidikan Terakhir | : S-1                   |
| 6 | Lama Bekerja        | : 5 Tahun               |
| 7 | Pengalaman Proyek   | : <i>attached on CV</i> |

## 6. PETUNJUK PENGISIAN KUESIONER

Dalam pengisian kuisisioner ini para responden diharapkan untuk memilih pilihan yang ada. Pilihlah pernyataan dengan memberi tanda check (✓) pada kolom yang telah tersedia.

Apabila terdapat variabel yang tidak tercantum dalam daftar, maka diharapkan responden dapat mengisi di kolom kosong yang telah disediakan di bawah poin terakhir. Keterangan skala untuk tingkat kemungkinan sebagai berikut :

<b>Tingkat <i>Likelihood</i></b>	<b>Uraian</b>	<b>Definisi</b>
0	Hampir pasti terjadi	Dapat terjadi setiap saat dalam kondisi normal
1	Sering terjadi	Terjadi beberapa kali dalam periode waktu tertentu
2	Dapat terjadi	Risiko dapat terjadi namun tidak sering
3	Kadang-kadang	Kadang-kadang terjadi
4	Jarang sekali terjadi	Dapat terjadi dalam keadaan tertentu

Keterangan skala untuk tingkat keparahan sebagai berikut:

<b>Tingkat <i>Severity</i></b>	<b>Uraian</b>	<b>Definisi</b>
0	Tidak signifikan	Kejadian tidak menimbulkan kerugian atau cedera pada manusia
1	Kecil	Menimbulkan cedera ringan, kerugian kecil dan tidak menimbulkan dampak serius
2	Sedang	Cedera berat dan dirawat dirumah sakit, tidak menimbulkan cacat tetap, kerugian financial sedang
3	Berat	Menimbulkan cedera padah dan cacat tetap, kerugian financial besar
4	Bencana	Mengakibatkan korban meninggal dan kerugian parah bahkan dapat menghentikan kegiatan

## Kuisiонер Responden 1

No	Item Kegiatan	Hazard	Risk	Likelihood					Severity				
				0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1	Mobilisasi dan demobilisasi peralatan dan pekerja	Pemindahan perlengkapan menggunakan <i>crane</i>	<i>Crane</i> rusak					v		v			
			Pekerja tertimpa material				v					v	
			Material jatuh atau bertabrakan					v		v			
		Cuaca buruk	Terjadi tabrakan antar <i>vessel</i>					v				v	
			<i>Crane</i> rusak					v					
			Material jatuh atau bertabrakan				v			v			
			Pekerja cidera				v			v			
2	Pengajuan izin ke pihak Seagood 101	Pembuatan dokumen	Izin tidak dikeluarkan (Tidak bisa bekerja)				v					v	
3	Penyiapan perlengkapan dan peralatan	Pemindahan alat berat	Alat jatuh ( <i>Falling object</i> )				v			v			
			Pekerja terpeleset, terjatuh, dan tersandung			v				v			
4	Perbaikan <i>Fairlead</i>	Pemasangan <i>scaffolding</i>	Pekerja terjatuh									v	
			Pekerja tertimpa benda yang jatuh				v			v			
5	Perbaikan <i>Swivel</i>	Membuka baut cover <i>silinder swivel</i>	Pekerja terhantam benda keras				v			v			
			Tangan pekerja terjepit				v			v			
		Memasang <i>shaft</i> silinder pada <i>swivel</i>	<i>Shaft swivel</i> jatuh ke laut				v			v			
			Tangan Pekerja Terjepit				v			v			
		Menutup <i>cover swivel</i> dan pengencangan pada baut	<i>Cover</i> dan baut <i>swivel</i> jatuh ke laut					v		v			
			Tangan Pekerja terjepit				v			v			
6	<i>Load test</i>	Menyambung <i>socket wire winch</i> ke <i>shackle</i>	Tangan pekerja terjepit					v		v			

[illegible]



		barang menggunakan alat berat	benda																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
--	--	-------------------------------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



## Kuisiонер Responden 2

N o	Item Kegiatan	Hazard	Risk	Likelihood					Severity				
				0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1	Mobilisasi dan demobilisasi peralatan dan pekerja	Pemindahan perlengkapan menggunakan <i>crane</i>	<i>Crane</i> rusak				v			v			
			Pekerja tertimpa material			v				v			
			Material jatuh atau bertabrakan			v			v				
		Cuaca buruk	Terjadi tabrakan antar <i>vessel</i>				v				v		
			<i>Crane</i> rusak				v		v				
			Material jatuh atau bertabrakan			v				v			
			Pekerja cidera				v			v			
2	Pengajuan izin ke pihak Seagood 101	Pembuatan dokumen	Izin tidak dikeluarkan (Tidak bisa bekerja)				v			v			
3	Penyiapan perlengkapan dan peralatan	Pemindahan alat berat	Alat jatuh ( <i>Falling object</i> )				v			v			
			Pekerja terpeleset, terjatuh, dan tersandung		v				v				
4	Perbaikan <i>Fairlead</i>	Pemasangan <i>scaffolding</i>	Pekerja terjatuh		v						v		
			Pekerja tertimpa benda yang jatuh				v			v			
5	Perbaikan <i>Swivel</i>	Membuka baut cover <i>silinder swivel</i>	Pekerja terhantam benda keras				v			v			
			Tangan pekerja terjepit				v			v			
		Memasang <i>shaft</i> silinder pada <i>swivel</i>	<i>Shaft swivel</i> jatuh ke laut				v		v				
			Tangan Pekerja Terjepit				v		v				
		Menutup <i>cover swivel</i> dan pengencangan pada baut	<i>Cover</i> dan baut <i>swivel</i> jatuh ke laut					v	v				
			Tangan Pekerja terjepit				v			v			
6	<i>Load test</i>	Menyambung <i>socket wire winch</i> ke shackle	Tangan pekerja terjepit				v		v				

		Wire winch putus	Mooring chain terlepas tak terkendali					v				v	
			Pekerja cidera/fatality			v						v	
7	Perbaikan roller	Membuka mur atas pada roller menggunakan socket wrench	Tangan Pekerja terjepit				v				v		
			Pekerja terkena hantaman benda keras				v				v		
		Mendorong bagian atas roller dengan jacking up	Pekerja terkena benda tumpul				v				v		
			Bagian atas roller terlepas dan tidak terkendali		v				v				
			Pekerja terkena/terhantam benda tumpul				v				v		
			Tangan Pekerja terjepit				v				v		
8	Penyiapan mesin derek ( <i>winch</i> )	Tekanan pada selang ( <i>hose</i> )	Pompa hidrolik tidak dapat mencapai tekanan maksimum untuk tes penarikan			v					v		
9	Pengaturan <i>snatch block</i>	Tekanan pada pompa ( <i>pump</i> )	Pompa hidrolik kelebihan tekanan			v					v		
		Pengaturan jalur ketika penggantian <i>mooring</i>	Kerusakan struktur				v				v		
10	Instalasi Socket	Memotong <i>wirewinch</i> menggunakan <i>wire-cutter</i>	Pekerja terjepit				v				v		
		Memasukan socket ke wire winch	Pekerja terjepit					v	v				
11	AHTS merapat untuk <i>mooring chain replacement</i>	Pergerakan AHTS yang tidak terkendali	Tabrakan dengan <i>oyong platform</i>	v								v	
			Seagood 101 rusak		v							v	
			Rantai rusak			v						v	

			<i>Flexible jumper</i> terpisah		v									v						
			<i>Export hose</i> terpisah		v									v						
		Pekerjaan di dekat permukaan laut	Pekerja jatuh ke laut					v									v			
			Barang jatuh						v						v					
12	Memotong rantai dengan api ( cutting torch)	Hidrokarbon release disekitar area api	Kerusakan pada aset					v								v				
			Pekerja terkena api													v				
			Terjadi kebakaran / ledakan																v	
		Cuaca buruk	Chain broken															v		
			Pekerja terjatuh															v		
			Rantai jatuh ke laut																	v
13	Pekerjaan memotong dimalam hari	Kelelahan	Pekerja terjatuh															v		
			Pekerja sakit																v	
			Pekerja terkena api																v	
		Pengelihanatan yang terbatas	Pekerja terkena api																v	
			Pekerja terjatuh																	v
14	Perpindahan dan pengisian <i>mooring chain</i> dari Seagood ke AHT	Cuaca buruk	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain															v		
			Kerusakan pada <i>subsea hose</i>																v	
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut																	v
	Perpindahan dan pengisian <i>mooring chain</i> dari Seagood ke AHT (lanjutan)	Pergerakan AHT atau Seagood tidak terkendali	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain															v		
			Kerusakan pada <i>subsea hose</i>																v	
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut																	v
			Pekerja terjatuh ( <i>man overboard</i> )																	v
		Pemindahan barang menggunakan alat berat	Pekerja tertimpa benda																	v
			Benda jatuh ke laut																	

15	Rolling up mooring chain	Cuaca buruk	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain					v		v				
						v				v				
			Kerusakan pada alat			v				v				
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut				v			v				
		Pergerakan AHTS atau Seagood tidak terkendali	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain				v			v				
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut			v				v				
			Kerusakan pada alat				v				v			
			Pekerja terjatuh			v				v				
16	Pre tension dan reposisi akhir	Tekanan berlebih pada pompa hidrolik	Kerusakan peralatan ( <i>Pad eyes, winch pad, snatch block</i> )				v			v				
			Kegagalan penegangan ( <i>failed tensioning</i> )	v								v		
			Subsea well Oyong-1 rusak dan menyebabkan <i>Hydrocarbon</i> release dan oil spill					v		v				
			Pekerja terjatuh			v				v				
17	Pekerjaan setelah instalasi (Housekeeping)	Peralatan berserakan	Pekerja terjatuh/tersandung					v		v				
			Pekerja tergores material tajam					v		v				
		Memindahkan material atau peralatan tidak menggunakan alat berat	Sakit punggung				v			v				
			Pekerja terjepit				v			v				
			kerusakan pada alat atau material				v			v				

### Kusioner Responden 3

N o	Item Kegiatan	Hazard	Risk	Likelihood					Severity				
				0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1	Mobilisasi dan demobilisasi peralatan dan pekerja	Pemindahan perlengkapan menggunakan <i>crane</i>	<i>Crane</i> rusak					v		v			
			Pekerja tertimpa material			v					v		
			Material jatuh atau bertabrakan				v				v		
		Cuaca buruk	Terjadi tabrakan antar <i>vessel</i>				v				v		
			<i>Crane</i> rusak					v		v			
			Material jatuh atau bertabrakan			v				v			
			Pekerja cidera				v			v			
2	Pengajuan izin ke pihak Seagood 101	Pembuatan dokumen	Izin tidak dikeluarkan (Tidak bisa bekerja)				v			v			
3	Penyiapan perlengkapan dan peralatan	Pemindahan alat berat	Alat jatuh ( <i>Falling object</i> )				v			v			
			Pekerja terpeleset, terjatuh, dan tersandung			v				v			
4	Perbaikan <i>Fairlead</i>	Pemasangan <i>scaffolding</i>	Pekerja terjatuh		v								
			Pekerja tertimpa benda yang jatuh				v			v			
5	Perbaikan <i>Swivel</i>	Membuka baut cover <i>silinder swivel</i>	Pekerja terhantam benda keras				v			v			
			Tangan pekerja terjepit				v			v			
		Memasang <i>shaft</i> silinder pada <i>swivel</i>	<i>Shaft swivel</i> jatuh ke laut					v		v			
			Tangan Pekerja Terjepit				v			v			
		Menutup <i>cover swivel</i> dan pengencangan pada baut	<i>Cover</i> dan baut <i>swivel</i> jatuh ke laut			v		v		v			
			Tangan Pekerja terjepit				v			v			
6	<i>Load test</i>	Menyambung <i>socket wire winch</i> ke shackle	Tangan pekerja terjepit				v			v			

		Wire winch putus	Mooring chain terlepas tak terkendali					v				v	
			Pekerja cidera/fatality			v						v	
7	Perbaikan roller	Membuka mur atas pada roller menggunakan socket wrench	Tangan Pekerja terjepit				v				v		
			Pekerja terkena hantaman benda keras				v				v		
		Mendorong bagian atas roller dengan jacking up	Pekerja terkena benda tumpul								v		
			Bagian atas roller terlepas dan tidak terkontrol			v		v					
		Menurunkan bagian atas roller dan memasang mur bagian atas	Pekerja terkena/terhantam benda tumpul				v				v		
			Tangan Pekerja terjepit				v				v		
8	Penyiapan mesin derek ( <i>winch</i> )	Tekanan pada selang ( <i>hose</i> )	Pompa hidrolik tidak dapat mencapai tekanan maksimum untuk tes penarikan				v				v		
9	Pengaturan <i>snatch block</i>	Tekanan pada pompa ( <i>pump</i> )	Pompa hidrolik kelebihan tekanan				v				v		
		Pengaturan jalur ketika penggantian <i>mooring</i>	Kerusakan struktur					v			v		
10	Instalasi Socket	Memotong <i>wirewinch</i> menggunakan <i>wire-cutter</i>	Pekerja terjepit					v			v		
		Memasukan socket ke wire winch	Pekerja terjepit						v		v		
11	AHTS merapat untuk <i>mooring chain replacement</i>	Pergerakan AHTS yang tidak terkendali	Tabrakan dengan <i>oyong platform</i>			v							
			Seagood 101 rusak				v						v
			Rantai rusak					v				v	

			<i>Flexible jumper</i> terpisah		v								v	
			<i>Export hose</i> terpisah		v								v	
		Pekerjaan di dekat permukaan laut	Pekerja jatuh ke laut				v						v	
			Barang jatuh				v			v				
12	Memotong rantai dengan api ( cutting torch)	Hidrokarbon release disekitar area api	Kerusakan pada aset			v							v	
			Pekerja terkena api				v						v	
			Terjadi kebakaran			v								
			Rantai lepas tak terkendali			v							v	
		Cuaca buruk	Chain broken			v							v	
			Pekerja terjatuh				v			v				
			Rantai jatuh ke laut				v	v					v	
13	Pekerjaan memotong didalam hari	Kelelahan	Pekerja terjatuh				v						v	
			Pekerja sakit					v					v	
			Chain lepas tak terkendali					v					v	
			Pekerja terkena api				v						v	
		Pengelihan yang terbatas	Pekerja terkena api				v						v	
			Pekerja terjatuh				v						v	
14	Perpindahan dan pengisian <i>mooring chain</i> dari Seagood ke AHT	Cuaca buruk	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain					v					v	
			Kerusakan pada <i>subsea hose</i>					v					v	
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut				v						v	
	Perpindahan dan pengisian <i>mooring chain</i> dari Seagood ke AHT (lanjutan)	Pergerakan AHT atau Seagood tidak terkendali	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain				v						v	
			Kerusakan pada <i>subsea hose</i>		v									v
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut				v						v	
			Pekerja terjatuh ( <i>man overboard</i> )				v						v	
		Pemindahan	Pekerja tertimpa					v					v	





#### Kuisiонер Responden 4

No	Item Kegiatan	Hazard	Risk	Likelihood					Severity				
				0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1	Mobilisasi dan demobilisasi peralatan dan pekerja	Pemindahan perlengkapan menggunakan <i>crane</i>	<i>Crane</i> rusak					v		v			
			Pekerja tertimpa material				v					v	
			Material jatuh atau bertabrakan					v		v			
		Cuaca buruk	Terjadi tabrakan antar <i>vessel</i>					v				v	
			<i>Crane</i> rusak					v					
			Material jatuh atau bertabrakan				v			v			
			Pekerja cidera				v			v			
2	Pengajuan izin ke pihak Seagood 101	Pembuatan dokumen	Izin tidak dikeluarkan (Tidak bisa bekerja)				v					v	
3	Penyiapan perlengkapan dan peralatan	Pemindahan alat berat	Alat jatuh ( <i>Falling object</i> )				v			v			
			Pekerja terpeleset, terjatuh, dan tersandung			v				v			
4	Perbaikan <i>Fairlead</i>	Pemasangan <i>scaffolding</i>	Pekerja terjatuh									v	
			Pekerja tertimpa benda yang jatuh				v			v			
5	Perbaikan <i>Swivel</i>	Membuka baut cover <i>silinder swivel</i>	Pekerja terhantam benda keras				v			v			
			Tangan pekerja terjepit				v			v			
		Memasang <i>shaft</i> silinder pada <i>swivel</i>	<i>Shaft swivel</i> jatuh ke laut				v			v			
			Tangan Pekerja Terjepit				v			v			
		Menutup <i>cover swivel</i> dan pengencangan pada baut	<i>Cover</i> dan baut <i>swivel</i> jatuh ke laut					v		v			
			Tangan Pekerja terjepit				v			v			
6	<i>Load test</i>	Menyambung <i>socket wire winch</i> ke	Tangan pekerja terjepit					v		v			

[illegible]

	<i>replacement</i>	terkendali	Rantai rusak			v					v		
			<i>Flexible jumper</i> terpisah			v						v	
			<i>Export hose</i> terpisah			v						v	
		Pekerjaan di dekat permukaan laut	Pekerja jatuh ke laut				v						v
			Barang jatuh				v			v			
12	Memotong rantai dengan api ( cutting torch)	Hidrokarbon release disekitar area api	Kerusakan pada aset			v						v	
			Pekerja terkena api				v				v		
			Terjadi kebakaran				v						v
			Rantai lepas tak terkendali				v				v		
		Cuaca buruk	Chain broken			v							v
			Pekerja terjatuh					v					v
			Rantai jatuh ke laut					v			v		
13	Pekerjaan memotong di malam hari	Kelelahan	Pekerja terjatuh				v				v		
			Pekerja sakit					v			v		
			Chain lepas tak terkendali					v			v		
			Pekerja terkena api				v				v		
		Pengelihan yang terbatas	Pekerja terkena api					v			v		
			Pekerja terjatuh				v				v		
14	Perpindahan dan pengisian <i>mooring chain</i> dari Seagood ke AHT	Cuaca buruk	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain					v			v		
			Kerusakan pada <i>subsea hose</i>					v			v		
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut				v				v		
	Perpindahan dan pengisian <i>mooring chain</i> dari Seagood ke AHT (lanjutan)	Pergerakan AHT atau Seagood tidak terkendali	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain				v				v		
			Kerusakan pada <i>subsea hose</i>			v						v	
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut				v				v		
			Pekerja terjatuh ( <i>man overboard</i> )				v				v		

		Pemindahan barang menggunakan alat berat	Pekerja tertimpa benda					v		v				
			Benda jatuh ke laut					v		v				
15	Rolling up mooring chain	Cuaca buruk	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain					v		v				
			Kerusakan pada alat					v		v				
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut					v		v				
		Pergerakan AHTS atau Seagood tidak terkendali Kelelahan	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain					v		v				
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut					v			v			
			Kerusakan pada alat					v			v			
			Pekerja terjatuh					v			v			
16	Pre tension dan reposisi akhir	Tekanan berlebih pada pompa hidrolik	Kerusakan peralatan ( <i>Pad eyes, winch pad, snatch block</i> )											v
			Kegagalan penegangan ( <i>failed tensioning</i> )						v			v		
			Subsea well Oyong-1 rusak dan menyebabkan <i>Hydrocarbon</i> release dan oil spill						v				v	
			Pekerja terjatuh						v			v		
17	Pekerjaan setelah instalasi (Housekeeping)	Peralatan berserakan	Pekerja terjatuh/tersandung						v			v		
			Pekerja tergores material tajam						v			v		
		Memindahkan material atau peralatan tidak menggunakan alat berat	Sakit punggung						v			v		
			Pekerja terjepit				v						v	
			kerusakan pada alat atau material						v				v	

### Kusioner Responden 5

No	Item Kegiatan	Hazard	Risk	Likelihood					Severity				
				0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1	Mobilisasi dan demobilisasi peralatan dan pekerja	Pemindahan perlengkapan menggunakan <i>crane</i>	<i>Crane</i> rusak				v			v			
			Pekerja tertimpa material			v				v			
			Material jatuh atau bertabrakan			v			v				
		Cuaca buruk	Terjadi tabrakan antar <i>vessel</i>			v				v			
			<i>Crane</i> rusak				v		v				
			Material jatuh atau bertabrakan			v			v				
			Pekerja cidera				v			v			
2	Pengajuan izin ke pihak Seagood 101	Pembuatan dokumen	Izin tidak dikeluarkan (Tidak bisa bekerja)		v					v			
3	Penyiapan perlengkapan dan peralatan	Pemindahan alat berat	Alat jatuh ( <i>Falling object</i> )			v				v			
			Pekerja terpeleset, terjatuh, dan tersandung		v					v			
4	Perbaikan <i>Fairlead</i>	Pemasangan <i>scaffolding</i>	Pekerja terjatuh		v						v		
			Pekerja tertimpa benda yang jatuh				v			v			
5	Perbaikan <i>Swivel</i>	Membuka baut cover <i>silinder swivel</i>	Pekerja terhantam benda keras				v			v			
			Tangan pekerja terjepit				v			v			
		Memasang <i>shaft</i> silinder pada <i>swivel</i>	<i>Shaft swivel</i> jatuh ke laut				v			v			
			Tangan Pekerja Terjepit			v				v			
		Menutup <i>cover swivel</i> dan pengencangan pada baut	<i>Cover</i> dan baut <i>swivel</i> jatuh ke laut				v			v			
			Tangan Pekerja terjepit			v				v			
6	<i>Load test</i>	Menyambung <i>socket wire winch</i> ke	Tangan pekerja terjepit			v				v			

[illegible]

	<i>replacement</i>	terkendali	Rantai rusak		v					v			
			<i>Flexible jumper</i> terpisah		v						v		
			<i>Export hose</i> terpisah		v						v		
		Pekerjaan di dekat permukaan laut	Pekerja jatuh ke laut				v					v	
			Barang jatuh			v			v				
12	Memotong rantai dengan api ( cutting torch)	Hidrokarbon release disekitar area api	Kerusakan pada aset		v					v			
			Pekerja terkena api				v			v			
			Terjadi kebakaran		v					0		v	
			Rantai lepas tak terkendali				v			v			
		Cuaca buruk	Chain broken				v			v			
			Pekerja terjatuh				v			v			
			Rantai jatuh ke laut					v		v			
13	Pekerjaan memotong dimalam hari	Kelelahan	Pekerja terjatuh				v			v			
			Pekerja sakit					v		v			
			Chain lepas tak terkendali					v		v			
			Pekerja terkena api					v		v			
		Pengelihan yang terbatas	Pekerja terkena api					v		v			
			Pekerja terjatuh					v		v			
14	Perpindahan dan pengisian <i>mooring chain</i> dari Seagood ke AHT	Cuaca buruk	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain					v		v			
			Kerusakan pada <i>subsea hose</i>						v	v			
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut						v	v			
	Perpindahan dan pengisian <i>mooring chain</i> dari Seagood ke AHT (lanjutan)	Pergerakan AHT atau Seagood tidak terkendali	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain				v			v			
			Kerusakan pada <i>subsea hose</i>			v					v		
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut			v				v			
			Pekerja terjatuh ( <i>man overboard</i> )				v			v			

		Pemindahan barang menggunakan alat berat	Pekerja tertimpa benda				v			v				
			Benda jatuh ke laut			v			v					
15	Rolling up mooring chain	Cuaca buruk	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain			v			v					
			Kerusakan pada alat				v		v					
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut				v		v					
		Pergerakan AHTS atau Seagood tidak terkendali Kelelahan	Rantai putus atau terlilit dengan rantai lain			v	1		v					
			Rantai terlepas dan jatuh ke laut				v			v				
			Kerusakan pada alat			v				v				
			Pekerja terjatuh			v				v				
16	Pre tension dan reposisi akhir	Tekanan berlebih pada pompa hidrolik	Kerusakan peralatan ( <i>Pad eyes, winch pad, snatch block</i> )	v									v	
			Kegagalan penegangan ( <i>failed tensioning</i> )				v			v				
			Subsea well Oyong-1 rusak dan menyebabkan <i>Hydrocarbon</i> release dan oil spill			v				v				
			Pekerja terjatuh				v		v					
17	Pekerjaan setelah instalasi (Housekeeping)	Peralatan berserakan	Pekerja terjatuh/tersandung			v			v					
			Pekerja tergores material tajam			v			v					
		Memindahkan material atau peralatan tidak menggunakan alat berat	Sakit punggung			v			v					
			Pekerja terjepit			v			v					
			kerusakan pada alat atau material			v			v					





## BIODATA PENULIS



Robby Guntara dilahirkan di Bogor, Jawa Barat pada tanggal 24 Juli 1995. Penulis merupakan anak ketiga dari lima bersaudara. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Tajur 1 Bogor. Menginjak pendidikan menengah pertama penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Bogor kemudian pendidikan menengah atas di SMA Negeri 5 Bogor. Setelah lulus SMA pada tahun 2013 penulis melanjutkan studinya di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Selama menjadi mahasiswa selain aktif dibidang akademis, penulis juga aktif dalam kegiatan intra kampus, baik dalam skala nasional maupun internasional. Kegiatan intra kampus yang pernah digeluti oleh penulis adalah menjadi Staf dan staff ahli hubungan luar Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan FTK ITS, kordinator acara MARTEC 2014, pada tahun 2015 penulis diamanahi untuk menjadi ketua pada kegiatan tahunan yang dimiliki departemen teknik kelautan yaitu Oceano 5, selain itu penulis aktif juga di beberapa kegiatan departemen dan kegiatan yang dilaksanakan oleh ITS. Pada tahun 2016 penulis melakukan kerja praktek pada salah satu perusahaan fabrikasi di kota Batam, yaitu di Fabrikasi Siemens Batam. Di departemen Teknik Kelautan, penulis menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Menggunakan *Bowtie Analysis* Pada Proyek *Mooring Chain Replacement* pada “Seagood 101”. Jika pembaca berminat untuk mengetahui lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, silahkan menghubungi email dibawah ini.

*Contact person: robbyguntara95@gmail.com*